Nicht für den Austausch

Agrikulturchemie.

Fütterungsversuch mit jungem und altem Grünfutter als Haferersatz an landwirtschaftliche Arbeitspferde.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades
bei der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau

vorgelegt von

Hans Wittig
aus Breslau.

Breslau 1939.

Buchdruckerei und Verlag Becker & Bärhold, Breslau 1, Junkernstraße 9

D 2

Referent: Professor Dr. Ehrenberg
Korreferent: Professor Dr. Doenecke

Examen rigorosum: 15. 12. 1937

Gedruckt mit Genehmigung der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Erscheint in:

Arbeit I in „Züchtungskunde“ Bd. XIV (1939) Heft 1.
„ II u. III in „Tierernährung“ Bd. X (1938) 481—524.
„ IV in „Forschungsdienst“ Bd. VII (1939) 641—666.

Meiner lieben Mutter
in Dankbarkeit zugeeignet.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545813_0025

Ueberreicht vom Verfasser

SONDERDRUCK
AUS DER ZEITSCHRIFT ZÜCHTUNGSKUNDE
BAND 14, HEFT 1. 1939.
Herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde E. V.
Sitz Berlin.

Beobachtungen über die Veränderung des Nährstoffgehaltes der Luzerne in den einzelnen Wachstumsstufen.

Von Hans Wittig.

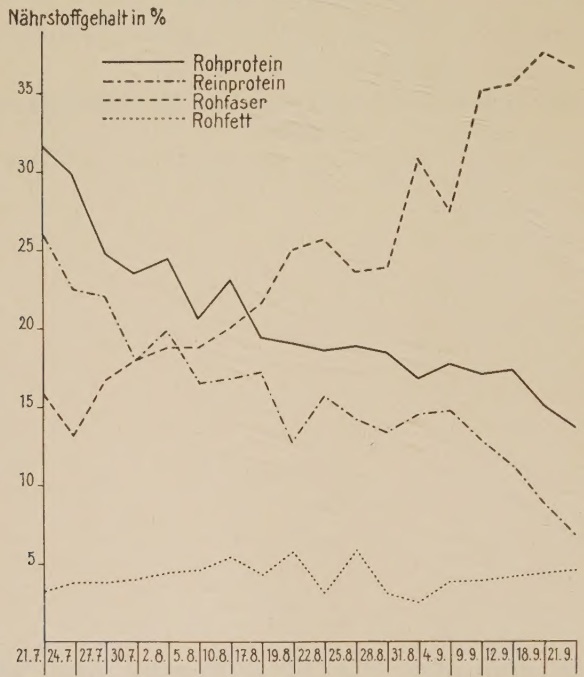
(Aus dem Agrikulturchemischen und bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität Breslau. Direktor: Prof. Dr. Paul Ehrenberg.)

Das Anbaugebiet der Luzerne hat sich von ihrem ursprünglichen deutschen Kulturzentrum in Südwestdeutschland nach dem Osten und Nordosten, besonders auch nach Schlesien und Sachsen, ausgedehnt (1).

Diese Entwicklung wurde verursacht durch die vielen pflanzenbaulichen und betriebswirtschaftlichen Vorteile, welche mit dem Luzerneanbau verbunden sind, besonders aber durch den hohen Eiweißgehalt dieser Futterpflanze und die als wesentlich weiter ausgedehnt erkannten Grenzen ihrer Anbaumöglichkeit, besonders

was den Boden und das Klima anbetrifft, wenn die nötige Versorgung mit Kalk und dem sonstigen Handelsdünger erfolgte.

Im der Eiweißgehalt kommt ihr keine andere Futterpflanze gleich (3). Sie liefert 2—3 mal soviel davon als Rotklee und 4—5 mal soviel als Wiesenheu oder Hafer (2). Nur in Lagen, die für Luzerne ungünstig sind, oder wenn sie nur einjährig genutzt wird (4), ist ihr der Rotklee überlegen. Neben der Eiweißleistung wird ihr auch ein hoher Vitamingehalt nachgerühmt. Durch Schaffung günstiger Umweltbedingungen ist es uns möglich, die Eiweißleistung der Luzerne je Flächeneinheit zu erhöhen. Es sei in diesem



Veränderung des Rohprotein-, Reinprotein-, Rohfaser- und Rohfettgehaltes von Luzerne in der Trockenmasse der einzelnen Wachstumsstufen. Vgl. Übersicht 2.

Zusammenhang nur auf die Bedeutung des rechtzeitigen Schnittes hingewiesen.

Einen Einblick über die Veränderungen des Nährstoffgehaltes in den einzelnen Schnittzeiten erhält man, wenn man die Luzerne fortlaufend in den Wachstumsstufen erntet und untersucht. Diese Beobachtungen sind von mir gelegentlich eines Fütterungsversuches mit grüner Luzerne an Arbeitspferde durchgeführt worden.

Die Beobachtungen wurden in Stiebendorf (Oberschlesien) auf einem Schlag mit leichtem Boden durchgeführt. Die Luzerne (ungarische Herkunft) wurde 1935 nach Wintergerste ohne Über-

frucht angesät. Saatstärke: 10 kg. Düngung je ¼ ha: 2,5 dz Kalkmergel, 1 dz Thomasmehl — 16 kg P_2O_5 —, 0,5 dz 40% Kalisalz — 20 kg K_2O —; und jedes weitere Jahr: 50 kg Thomasmehl — 8 kg P_2O_5, —, 25 kg 40% Kali — 10 kg K_2O —.

Die Luzerne erkrankte am Rostpilz Uromyces striatus bzw. Uromyces trifolii, wie ich besonders zwischen 21. Juli und 21. September beobachten konnte. Während dieser Zeit herrschte sehr regnerisches Wetter, besonders im Juli und August. Vom 21. Juli an wurde alle 3 Tage je ein Quadratmeter Luzerne mit Hilfe eines gleich großen hölzernen[1]) Maßes geerntet, hiervon das Unkraut abgeschieden und die Frischmasse im Agrikulturchemischen Institut Breslau auf Wassergehalt und Rohprotein untersucht. In der getrockneten Masse stellte ich im Sommer 1937 die gesamte Nährstoffzusammensetzung fest[2]). Nachstehend sind die derart gewonnenen Zahlenwerte aufgeführt, wobei ich die Werte sowohl auf Frischmasse wie auf Trockenmasse beziehe. Der Entwicklungszustand der Luzerne war am 21. 7. als „vor der Blüte", am 10. 8. als „in der Blüte" und am 31. 8. als „verblüht" zu kennzeichnen. Der feuchten Witterung wegen schritt diese Entwicklung vermutlich langsamer vor, als das sonst der Fall gewesen sein dürfte. Natürlich aber war eine völlig einheitliche Entwicklung aller Teile

Übersicht 1: Nährstoffzusammensetzung der Luzerne in den einzelnen Wachstumsstufen in % der frischen Masse.

Tag	Wasser	Trockenmasse	Organ. Masse	Rohprotein	Reinprotein	i. Pepsin u. Salzsäure unlöslich. Protein	Rohfett	Rohfaser	Rohasche	Sand	Reinasche	N-freie Extraktstoffe
21. 7.	85,6	14,4	12,79	4,53	3,75	1,21	0,22	2,31	1,60	0,13	1,47	5,72
24. 7.	85,6	14,4	12,77	4,24	3,24	0,98	0,27	1,89	1,62	0,15	1,47	6,35
27. 7.	84,9	15,1	13,25	3,78	3,32	1,07	0,29	2,56	1,83	0,14	1,69	6,62
30. 7.	83,0	17,0	14,93	4,04	3,06	0,89	0,34	3,06	2,06	0,11	1,95	7,48
2. 8.	84,7	15,3	13,55	3,75	3,06	0,86	0,35	2,90	1,82	0,04	1,78	6,54
5. 8.	81,7	18,3	16,21	3,78	3,07	1,01	0,42	3,45	3,45	0,11	1,34	8,55
10. 8.	80,4	19,6	17,44	4,43	3,26	0,52	0,52	4,08	2,15	0,09	2,06	8.40
17. 8.	76,9	23,1	20,71	4,50	3,99	1,44	0,51	4,98	2,38	0,12	2,22	10,70
19. 8.	78,8	21,2	18,84	4,06	2,73	0,81	0,61	5,27	2,35	0,23	2,12	8,89
22. 8.	79,9	20,1	18,03	3,77	3,20	1,81	0,30	4,91	2,06	0,18	1,88	8,81
25. 8.	77,0	23,0	20,48	4,37	3,26	1,00	0,45	5,47	2,60	0,14	2,46	10,16
28. 8.	77,6	22,4	19,82	4,18	2,98	0,94	0,36	5,35	2,57	0,43	2,14	9,91
31. 8.	79,1	20,9	18,67	3,52	3,02	1,09	0,27	6,43	2,22	0,09	2,13	8,43
4. 9.	74,4	25,6	22,68	4,53	3,71	1,33	0,48	7,00	2,91	0,22	2,69	10,66
9. 9.	77,5	22,5	20,99	3,82	2,89	1,14	0,43	7,83	1,50	0,18	1,32	8,90
12. 9.	77,0	23,0	20,75	3,91	2,61	0,99	0,48	8,12	2,24	0,09	2,15	8,22
18. 9.	74,6	25,4	22,50	3,82	2,27	1,07	0,55	9,52	2,89	0,17	2,72	8,60
21. 9.	75,2	24,8	22,12	3,43	1,62	1,13	0,56	8,76	2,67	0,21	2,46	9,35

[1]) Das hölzerne qm wurde auch gebraucht, um das Verhältnis von Luzerne zu anderen Pflanzen auf 1 qm zu ermitteln.

[2]) Sämtliche Methoden sind beschrieben von Maiwald-Ungerer; Agrikulturchem. Übungen, Teil 1, 43 (1926).

Übersicht 2: Nährstoffzusammensetzung der Luzerne in den einzelnen Wachstumsstufen in % der Trockenmasse.

Tag	Organ. Masse	Roh-protein	Rein-protein	i. Pepsin u. Salzsäure unlöslich. Protein	Rohfett	Rohfaser	Rohasche	Sand	Reinasche	N-freie Extrakt-stoffe
21. 7.	88,87	31,50	26,10	8,41	1,52	16,05	11,13	0,96	10,17	39,78
24. 7.	88,69	29,45	22,52	6,70	1,92	13,15	11,30	1,09	10,21	44,16
27. 7.	87,81	25,05	22,05	7,15	1,92	16,98	12,18	0,98	11,20	43,85
30. 7.	87,87	23,77	18,02	5,26	2,00	18,04	12,11	0,64	11,47	44,05
2. 8.	88,13	24,41	19,93	5,64	2,29	18,87	11,85	0,31	11,54	32,55
5. 8.	88,63	20,86	16,80	5,53	2,30	18,86	11,36	0,61	10,75	46,77
10. 8.	89,97	22,87	16,85	5,22	2,69	20,17	11,11	0,47	10,64	43,33
17. 8.	89,67	19,48	17,28	6,24	2,24	21,60	10,31	0,53	9,78	46,34
19. 8.	88,90	19,16	12,90	3,84	2,90	24,89	11,08	1,09	10,00	41,94
22. 8.	89,70	18,79	15,94	9,02	1,52	25,50	10,28	0,94	9,34	43,87
25. 8.	88,69	18,94	14,13	4,33	1,98	23,72	11,29	0,61	10,68	44,04
28. 8.	88,50	18,69	13,33	4,22	1,62	23,92	11,49	1,93	9,56	44,25
31. 8.	89,32	16,85	14,48	5,23	1,31	30,78	10,66	0,46	10,20	40,37
4. 9.	88,55	17,70	14,51	5,22	1,90	27,33	11,35	0,87	10,48	41,61
9. 9.	93,31	16,99	12,86	5,08	1,95	34,80	6,68	0,80	5,88	39,56
12. 9.	90,21	17,03	11,35	4,33	2,10	35,30	9,78	0,43	9,35	35,56
18. 9.	88,54	15,04	8,94	4,24	2,16	37,49	11,40	0,70	10,70	33,84
21. 9.	89,21	13,85	6,55	4,58	2,29	35,35	10,78	0,86	9,92	37,70

des Feldes nicht vorhanden, so daß mit gewissen, kleinen Schwankungen gerechnet werden mußte.

Im Laufe des Wachstums vermindert sich der Rohproteingehalt der Grünluzerne von 31,50% auf 13,85%, also um 17,65% und der Reinproteingehalt von 26,10% auf 6,55%, also um 19,55%. Die Abnahme des Proteingehaltes bei älteren Pflanzen dürfte in der Beendigung des Wachstums von Sproß und Blatt zu suchen sein, worauf dann die zunehmende Entwicklung der Früchte den Blättern Eiweiß und andere Nährstoffe zu ihrem Aufbau entzieht. Auch Blattverluste sowie in gewissem Umfange auch Auswaschung der Blätter mögen zu den Veränderungen beitragen.

Die Verminderung des Roh- wie Rein-Proteingehaltes bei Pflanzen mit zunehmendem Alter wird im Schrifttum überall verzeichnet: Klapp (1) gibt 10% an, zwischen Beginn der Blüte und Samenreife finden E. Haselhoff, F. Haun und W. Elbert (2) 1,2%, Woodman (3) stellt ähnlich wie im vorliegenden Versuch 17,58% fest. Im Rohfettgehalt ist mengenmäßig bei mir keine Veränderung festzustellen. Wertvoll könnte es aber sein, die Veränderungen des Rohfettes und zumal seiner für die Verdauung wertvollen Bestandteile künftig zu prüfen.

Der Rohfasergehalt steigert sich in meinem Versuch von 16,05% auf 35,35%, also um 19%. Diese Zunahme hat ihre Ursache in der Verstärkung der Zellwandungen des Sprosses, dem Absterben ganzer Zellreihen der Gefäßbündel und ihrer Umwandlung in Wasserleitungsorgane, wohl auch im Abfall von Blättern, so daß die stärker verholzten Sproßteile mehr hervortreten. Woodman (3) beobachtete eine Steigerung von 15%.

Die Reinasche erfährt mit zunehmendem Alter eine geringe Abnahme, vermutlich durch Auswaschung und Blattabfall. Allerdings bringt der Nachtrieb hierbei unter Umständen Veränderungen hervor (5). Gleichfalls eine Verminderung des Reinaschegehaltes stellten E. Klapp (6) und H. E. Woodman und Mitarbeiter (3) fest. Man kann die Ursache bei Pflanzen mit vorgerückter Entwicklung nicht nach O. Kellner (1) in dem schnellen Aufbau der N-freien Stoffe suchen, mit dem die mineralischen Nährstoffe nicht gleichen Schritt zu halten vermögen. Denn ein solcher ist nach Abschluß der Blüte für die Luzerne nicht mehr anzunehmen, sondern gilt für frühere Entwicklungsstufen. — Im allgemeinen ergibt sich auch aus meinen Zahlen die Notwendigkeit, den Schnitt der Luzerne in der landwirtschaftlichen Praxis zu verfrühen. Freilich muß dabei dafür gesorgt werden, daß die eiweiß- und nährstoffreichere Luzerne bei zeitigerem Schnitt nicht unbedacht in gleichen Mengen wie älteres Grünfutter dem Vieh vorgelegt wird. Die Folge würde zumeist eine Vergeudung von Eiweiß, vielleicht sogar bei nicht wenigen Tieren eine Abnahme an Körpergewicht sein, da in dem Futter zu wenig Kohlenhydrate vorhanden sind, gegenüber einem Übermaß von verdaulichem Eiweiß; ganz abgesehen von der Gefährdung der Tiere durch Aufblähen. Man muß also darauf halten, die jünger genutzte Luzerne mit einem geeigneten, stärkewertreichen und eiweißarmen Beifutter zu verabfolgen, etwa eingequollenen Trockenschnitzeln in ausreichender Menge, wohl auch unter Beigabe von gutem Futterstroh oder Spreu. In dem Maße, als die Luzerne älter zur Nutzung gelangt, kann man die Beigabe verringern, um sie wieder zu erhöhen, wenn man bei einem neuen Schnitt wieder junge Pflanzen nutzt. Vor allem ist sowohl der Bekömmlichkeit halber, als auch eines guten Ausreichens mit dem vorhandenen Futter wegen dafür zu sorgen, daß das jüngere Grünfutter nur in entsprechend verringerter Menge zur Verwendung gelangt. Eine Zuteilung des Grünfutters nach dem Gutdünken der Futterleute und Schweizer wird hierfür nicht zweckmäßig sein.

Noch ein Punkt sei erwähnt: Es ist selbstverständlich, daß man bei der Mehrzahl der Ernte- und Nutzungsmaßnahmen in der Landwirtschaft, falls sie sich längere Zeit hinziehen, wie besonders beim Grünfutter, nicht zum bestgeeignet erscheinenden Zeitpunkt mit der Nutzung beginnen darf. Der Erfolg würde sein, daß man die Nutzung beendet, wenn man ein hartgewordenes, holziges, überständiges Futter hat, wie das leider so häufig in der Praxis die Ursache für sinkende Milcherträge ist. Vielmehr muß man *vor* dem als bestgeeignet erscheinenden Zeitpunkt mit der Nutzung beginnen und dabei für die erfolgreiche Verfütterung von eiweißreichem Grünfutter die entsprechenden Maßregeln treffen. Man wird dann die Nutzung zu einem Zeitpunkt beenden können, der zwar natürlich schon über den bestgeeigneten Zeitpunkt hinaus liegt, aber noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß man unzulängliches Futter verabreichen muß. — In der landwirtschaftlichen

Praxis ist zumeist als Ursache für eine zu spät einsetzende Nutzung vorhanden, daß der Wirtschaftsleiter glaubt, alsbald mit großen Grünfuttermengen, so und so vielen Fudern, beginnen zu müssen. Dies ist ein grundlegender Irrtum. Wir sehen aus meinen Zahlen, daß junge Grünluzerne zum Teil doppelt und mehr so viel verdauliches Eiweiß enthält, als ältere. Man wird somit auch mit der halben Grünfuttermenge für den Stall auskommen, wenn man rechtzeitig mit der Nutzung beginnt, dabei aber natürlich durch Beifütterung von Trockenschnitzeln, Spreu, Stroh, geringwertigem Heu, Sauerkartoffeln oder ähnlichen Stärkewertträgern dafür zu sorgen haben, daß neben einer für die Milch- oder sonstige Leistung ausreichenden Gabe an verdaulichem Eiweiß auch Stärkewerte entsprechend der erwarteten Leistung in angemessener Menge verabfolgt werden. Im Laufe der weiteren Entwicklung des Grünfutters ist dann auf die erforderlichen Anpassungen des Beifutters zu achten. In der Regel wird es genügen, wenn dies mit jeder neuen Woche stattfindet. Natürlich ist das Abmähen und die Zufuhr des Grünfutters vom Wirtschaftsleiter zu bestimmen und zu überwachen.

Schrifttum.

(1) Knoll, G.: Feldfutterbau, Schriften über neuzeitlichen Landbau **4**, 20. (Ohne Jahreszahl.) — (2) Walter, G.: Phosphorsäure **4**, 240. (1934.) — (3) Mentzel und v. Lengerke: Landw. Kalender 102. (1934.) — (4) Könekamp, A. und U. Lehmann: Landw. Jb. **77**, 569, 572, 603. (1933.) — (6) Klapp, E.: Eiweißfutterbau 133 (7), siehe Anm. 3. — (4) Kellner, O.: Fütterung der landw. Nutztiere (8. Aufl.), 302. (1919.) — (5) Heuser, O.: Die Luzerne, 162. (1931.) — (3) Woodman, H. E. Evans und D. B. Niman: Die Zusammensetzung und der Futterwert der Luzerne. J. agric. Sci. **34**, 283. (1934); **25**, 50. (1935); J. Ministr. Agric., **41**, 137. (1934.) — (2) Landw. Versuchsstationen, **110**, 275. (1930.) Auch O. Heuser: Die Luzerne, 160 u. f. (1931.) — (1) E. Klapp: Eiweißfutterbau, 133. (1938.)

Sonderdruck aus „Tierernährung“ **10** (1938) 496–524

Überreicht vom Verfasser

(Aus dem Agrikulturchemischen und Bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.)

Stoffwechseluntersuchungen und andere Bestimmungen bei Fütterung junger und älterer Luzerne an Arbeitspferde.

Von

Hans Wittig, Breslau.

(Eingegangen am 29. Oktober 1938.)

Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.
Leipzig

Der nachstehend ausgewertete Fütterungsversuch mit Arbeitspferden fand von Juli bis Oktober 1936 auf dem Gut Stiebendorf der Herrschaft Oberglogau in Oberschlesien statt[1].

Futterzusammenstellung: Den Sattelpferden S_1 und S_2 wurde jüngere Luzerne, den Handpferden H_1 und H_2 ältere Luzerne vorgelegt. Die jüngere Luzerne enthielt in 100 Teilen im Mittel $52^1/_2\%$ Luzerne und $47^1/_2\%$ Knaulgras, anderes Gras und Unkraut. Die ältere 67% Luzerne und 33% Knaulgras und Unkraut.

Während der drei Stoffwechselprüfungen wurden verfüttert:

An die S-Pferde:

In der 1. Bilanz (30. 7. bis 6. 8.): jüng. Luzerne und 4 kg Trockenschnitzel, 1 kg Häcksel.
In der 2. Bilanz (29. 8. b. 5. 9.): jüng. Luzerne und 6 kg Trockenschnitzel,
In der 3. Bilanz (16. 9. b. 24. 9.): jüng. Luzerne und 8 kg Trockenschnitzel.

An die H-Pferde:

In der 1. Bilanz (30. 7. b. 6. 8.): ältere Luzerne.
In der 2. Bilanz (29. 8. b. 5. 9.): älter Luzerne und 6 kg Trockenschnitzel.
In der 3. Bilanz (16. 9. b. 24. 9.): ältere Luzerne und 8 kg Trockenschnitzel.

Die Durchführungsart der Bilanzen schließt sich an die früheren Versuche des Agrikulturchemischen Institutes Breslau an. Die

[1] Ich möchte nicht verfehlen, dem Besitzer der Herrschaft, Herrn Reichsgrafen von Oppersdorf und der gesamten Verwaltung für die Erlaubnis zum Versuch, wie für die mannigfache Unterstützung meinen aufrichtigsten Dank auch hier auszusprechen.

während der Bilanzen herrschenden Wetterverhältnisse sind aus Übersicht 1 zu ersehen.

Übersicht 1.

Bilanz 1. Tag	Bilanz 2. Tag	Bilanz 3. Tag
30. bis 31. 7. trüb	29. bis 30. 8. trübe/schön	30. bis 31. 8. schön
31. 7. bis 1. 8. 18 mm Reg.	30. bis 31. 8. schön	31. 8. bis 1. 9. schön
1. bis 2. 9. 32 mm Reg.[1]	31. 8. bis 1. 9. schön, 14 mm Reg.[1]	1. bis 2. 9. schön
2. bis 3. 9. trüb, 2,5 mm Reg.[1]	1. bis 2. 9. kalt, Regen	2. bis 3. 9. schön
3. bis 4. 9. trüb, 3,5 mm Reg.[1]	2. bis 3. 9. trüb, schön	3. bis 4. 9. schön
4. bis 5. 9. schön	3. bis 4. 9. trüb/schön	4. bis 5. 9. schön
5. bis 6. 9. schön	4. bis 5. 9. trüb/schön	5. bis 6. 9. schön
6. bis 7. 9. schön	5. bis 6. 9. 13 mm. Reg.	6. bis 7. 9. schön

Im Stall herrschten in allen Fällen Temperaturen zwischen 16–22,5°.

I. Ermittlung der Verdauungskoeffizienten.

1. Grünfutteruntersuchungen.

Für die jüngere Luzerne kann man eine Steigerung des Nährstoffgehaltes von der 1. bis zur 3. Bilanz beobachten (Übersicht 2–5).

Besonders bemerkenswert ist die Zunahme des Eiweiß- und die Abnahme des Rohfasergehaltes bei der jüngeren Luzerne. E. Taubert[2]

Übersicht 2.
Nährstoffzusammensetzung des jüngeren Grünfutters in Prozent der frischen Masse.

1. Bilanz: Tag	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	6./7.	Mittel
Wasser	76,19	78,05	80,78	84,58	73,03	82,50	74,50	79,00	78,67
Trockenmasse	23,81	21,95	19,22	15,42	26,97	17,50	25,50	21,00	21,33
Organ. Masse	21,74	19,99	17,23	13,68	24,45	15,57	23,00	19,01	19,23
Rohprotein	4,86	4,44	4,01	3,31	5,99	3,68	5,50	4,47	4,48
Reineiweiß	3,77	3,52	2,91	2,54	4,79	3,01	4,50	3,67	3,57
Rohfett	0,68	0,60	0,59	0,45	0,97	0,56	0,75	0,54	0,63
Rohfaser	6,82	6,84	5,84	4,83	8,15	5,35	7,72	5,90	6,37
Rohasche	2,07	1,96	1,99	1,74	2,52	1,93	2,50	1,99	2,10
Sand	0,14	0,18	0,43	0,36	0,29	0,31	0,42	0,36	0,31
Reinasche	1,93	1,78	1,56	1,38	2,23	1,62	2,08	1,63	1,79
N-freieExtr.-St.	9,39	8,11	6,79	5,09	9,33	5,97	9,04	8,09	7,75

[1] Das Futter war feucht geworden.

[2] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 188.

findet für sein Luzerne-Kleegemisch (dritter Schnitt, vor bis Beginn der Blüte) einen ähnlichen Nährstoffgehalt.

Die ältere Luzerne ist nährstoffärmer. Am Ende der 3. Bilanz wurde nicht so altes Grünfutter verfüttert, so daß sich der Eiweiß- und Rohfasergehalt günstiger stellte. Die von E. Taubert[1] gefundenen Werte für Luzerne in voller Blüte sind niedriger. Das von H. Nietsch[2] und H. Blechschmidt[3] verfütterte Weidefutter hatte geringeren Roh-

Übersicht 3.
Nährstoffzusammensetzung des älteren Grünfutters in Prozent der frischen Masse.

1. Bilanz:									
Tag	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	6./7.	Mittel
Wasser . . .	74,00	77,50	78,46	81,91	72,31	80,60	72,90	66,42	75,51
Trockenmasse	26,00	22,50	21,54	18,09	27,69	19,40	27,10	33,58	24,49
Organ. Masse .	23,75	20,14	19,41	16,18	24,62	17,28	24,65	30,84	22,11
Rohprotein . .	4,30	3,95	3,62	2,80	4,98	3,21	4,55	6,12	4,19
Reineiweiß . .	3,54	3,20	2,64	2,39	3,88	2,39	3,23	4,60	3,17
Rohfett . . .	0,57	0,59	0,54	0,35	0,58	0,42	0,63	0,59	0,53
Rohfaser . . .	8,45	7,21	7,30	7,14	9,30	7,42	9,46	11,45	8,47
Rohasche . . .	2,25	2,36	2,14	1,91	3,10	2,11	2,45	2,74	2,38
Sand	0,14	0,59	0,41	0,42	0,65	0,63	0,21	0,07	0,39
Reinasche . .	2,11	1,77	1,73	1,49	2,45	1,38	2,24	2,67	1,98
N-freie Extr.-St.	10,41	8,39	7,96	5,89	9,75	6,23	10,01	12,67	8,91

Übersicht 4.
Nährstoffgehalte des während der Bilanzen verzehrten Grünfutters in Prozent der frischen Masse.

	Jüngere Luzerne			Ältere Luzerne		
	1. Bilanz	2. Bilanz	3. Bilanz	1. Bilanz	2. Bilanz	3. Bilanz
Wasser	78,67	77,69	77,83	75,51	77,01	75,54
Trockenmasse .	21,33	22,31	22,17	24,49	22,99	24,46
Organ. Masse . .	19,23	19,61	19,74	22,11	20,24	21,37
Rohprotein . .	4,48	4,79	5,44	4,19	4,10	4,54
Reineiweiß . . .	3,57	3,45	3,84	3,17	2,96	3,61
Rohfett	0,63	0,38	0,61	0,53	0,39	0,77
Rohfaser	6,37	6,52	5,07	8,47	7,21	6,79
Rohasche . . .	2,10	2,70	2,43	2,38	2,75	3,09
Sand	0,31	0,39	0,15	0,39	0,32	1,01
Reinasche . . .	1,79	2,31	2,28	1,98	2,43	2,08
N-freie Extr.-St.	7,75	7,92	8,62	8,91	8,54	9,27

[1] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 173.
[2] H. Nietsch, Landw. Jb. **81** (1935) 540.
[3] H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1933) 59.

protein- und fast gleichen Rohfasergehalt gegenüber dem von mir verfütterten Luzerne-Grasgemenge.

Die Zahlen von Übersicht 2 und 3 sind nur als Beispiel angegeben, später sind die entsprechenden Werte der Raumersparnis halber fortgelassen. Botanische Zusammensetzung des Grünfutters vgl. unten, Übersicht 6.

Übersicht 5.

Nährstoffgehalt des während der Bilanzen verzehrten Grünfutters in Prozent der Trockenmasse.

	Jüngere Luzerne			Ältere Luzerne		
	1. Bilanz	2. Bilanz	3. Bilanz	1. Bilanz	2. Bilanz	3. Bilanz
Organ. Masse . .	90,22	87,68	89,02	90,30	88,01	87,51
Rohprotein . .	20,88	21,42	24,53	17,10	17,79	18,55
Reineiweiß . . .	16,41	15,49	17,37	12,98	13,76	14,81
Rohfett	2,86	1,77	2,76	2,15	1,71	3,12
Rohfaser	30,47	29,07	22,84	35,31	31,34	27,77
Rohasche . . .	9,78	12,33	10,98	9,70	11,99	12,49
Sand	1,51	1,89	0,68	1,66	1,41	3,99
Reinasche . . .	8,26	10,54	10,30	8,04	10,58	8,50
N-freie Extr.-St.	30,01	35,42	38,88	35,74	37,18	38,06

Übersicht 6.

Botanische Zusammensetzung des Grünfutters.
(Beispielangaben.)

Tag der Probenahme	Art des Grünfutters	Ernte je m^2	Anteil Luzerne	Anteil Knaulgras u. Unkraut
		g	%	%
1. 8. 1936	Ältere Luzerne	1959	69,37	30,63
2. 8. 1936	Ältere Luzerne	2270	64,75	35,25
2. 8. 1936	Jüngere Luzerne . . .	2025	61,72	38,28
6. 8. 1936	Jüngere Luzerne . . .	1530	48,37	51,63
15. 8. 1936	Jüngere Luzerne . . .	960	47,92	52,08

Während der Bilanzen wurden täglich von jeder Grünfutterart drei Grünfutterproben entnommen, die im Institut getrocknet wurden, nachdem sie mit Chloroform versetzt übersandt worden waren. Zur Untersuchung wurden diese drei gemahlen und dann gut gemischt untersucht, da die eigentlich gewünschte Untersuchung aller Einzelproben sich nicht als durchführbar herausstellte. Das Grünfutter wurde einerseits auf Rohprotein in der frischen Masse untersucht, um etwa beim Trocknen mögliche Verluste zu verhüten, andererseits getrocknet und gemahlen. Trotz aller Sorgfalt war eine einwandfreie Mischung

der so verschiedenartigen grünen Masse kaum zu erzielen, so daß die aus dem getrockneten Futter erhaltenen Werte vorzuziehen sein werden.

Ich erhielt bei jüngerem Grünfutter:
1. Bilanz: 0,59% Rohprotein mehr aus der grünen als aus der trockenen Masse.
2. Bilanz: 2,84% Rohprotein mehr aus der grünen als aus der trockenen Masse.
3. Bilanz: 3,00% Rohprotein weniger aus der grünen als aus der trockenen Masse.
Mittel: 1,29% weniger.

Bei älterem Grünfutter:
1. Bilanz: 0,22% Rohprotein mehr aus der grünen als aus der trockenen Masse.
2. Bilanz: 0,15% Rohprotein weniger aus der grünen als aus der trockenen Masse.
3. Bilanz: 1,36% Rohprotein weniger aus der grünen als aus der trockenen Masse.
Mittel: 0,53% weniger[1].

Grünfutterverzehr: Während der Bilanzen (Übersicht 7–9) wurde von den S-Pferden im Durchschnitt 12,90 kg als völlig trocken berechnete = 58,65 kg frische Luzerne gefressen und von den H-Pferden 16,07 kg als völlig trocken berechnete = 67,01 kg frische. Die Grünfutteraufnahme in dieser Zeit war befriedigend, nur hoher Besatz der Luzerne mit Knaulgras, wenig Zeit zum Fressen und zu hohes Alter der Pflanzen bedingten eine geringere Aufnahme. P. Ehrenberg und H. Nieschling[2] geben für ein Süßlupinen-Hafergemenge eine gefressene Höchstmenge von 75 kg an. In F. Tauberts[3] Versuch nahmen die Tiere von einem Luzerne-Kleegemisch vor bis Beginn der Blüte 15,05 kg völlig trocken gerechnet auf. Von dem etwas älteren Gemisch (volle Blüte) fraßen die S-Pferde weniger als in meinem Versuch. Die in den Weiderversuchen von H. Blechschmidt[4] und H. Nietsch[5] gefundenen Grünfutteraufnahmen bei einjährigen und zweijährigen Fohlen liegen mit 21–38 kg wesentlich niedriger. Bei R. Steinhardt[6]

[1] Infolge der schwierigen Probenahme bei den grünen Proben fallen die Einzelwerte bei der Rohproteinbestimmung der grünen Masse ziemlich auseinander, es liegen Grenzwerte unter (—) und über (+) den aus der getrockneten, gemahlenen Masse erhaltenen Werten:

	Bei jüngerem Grünfutter:		Bei älterem Grünfutter:	
1. Bilanz . .	— 6,48	+ 5,27	— 4,06	+ 7,46
2. Bilanz . .	— 3,09	+ 7,40	— 4,27	+ 4,11
3. Bilanz . .	—12,76	+ 1,13	— 5,74	+ 2,11
Mittel . .	— 7,44	+ 4,60	— 4,69	+ 4,56

[2] P. Ehrenberg u. H. Nieschling, Z. Züchtungskde **10** (1935) 330.
[3] F. Taubert, Landw. Jb. **79** (1934) 188.
[4] H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1934) 77.
[5] H. Nietsch, Landw. Jb. **81** (1935) 574.
[6] R. Steinhardt, Landw. Jb. **85** (1937) 280.

ergab sich nach neuem, besserem Bestimmungsverfahren für Weidefutter eine Weidegrasaufnahme von 38–62 kg frischen Grases, bzw. 8,2–10,5 kg Trockenmasse. STEINHARDTS Fohlen waren 1–1 1/2 Jahr alt.

Übersicht 7.
Nährstoffzusammensetzung des verzehrten Grünfutters in Gramm[1].

S_1. 1. Bilanz: Tag	29./30.	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	6./7.	Mittel
Trockenmasse	10750	11381	10207	14607	10100	14969	10500	12240	11130	11756
Organ. Masse	9773	10390	9293	13098	8962	13569	9341	11039	10075	10616
Rohprotein	2017	2326	2066	3048	2166	3323	2210	2639	2372	2463
Reineiweiß	1528	1803	1637	2209	1662	2650	1806	2160	1946	1933
Rohfett	211	316	277	450	296	539	338	357	287	341
Rohfaser	3606	3258	3181	4441	3163	4525	3208	3704	3128	3579
Rohasche	977	991	919	1509	1138	1400	1159	1201	1055	1149
Sand	149	65	86	327	235	160	189	203	193	179
Reinasche	828	926	828	1182	903	1240	970	998	862	970
N-freie Extr.-St.	3940	4489	3770	5159	3336	5182	3585	4339	4288	4232

Übersicht 8.
Nährstoffzusammensetzung des verzehrten Grünfutters in Gramm.

H_1. 1. Bilanz: Tag	29./30.	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	6./7.	Mittel
Trockenmasse	19263	20280	20250	21002	17005	17722	16490	20867	20484	19262
Organ. Masse	17637	18518	18126	18923	15214	15755	14693	18979	18810	17407
Rohprotein	3469	3354	3552	3530	2632	3188	2724	3506	3734	3299
Reineiweiß	2535	2764	2878	2577	2250	2485	2035	2487	2474	2498
Rohfett	335	446	529	529	330	372	361	482	361	416
Rohfaser	7518	6593	6492	7103	6714	5953	6309	7283	6985	6772
Rohasche	1626	1762	2124	2079	1791	1967	1797	1888	1674	1856
Sand	168	112	533	403	398	416	538	163	45	308
Reinasche	1458	1650	1591	1676	1393	1551	1259	1725	1629	1548
N-freie Extr.-St.	6314	8124	7553	7760	5539	6242	5298	7708	7731	6919

2. Kotuntersuchungen: Die während der Bilanzen gesammelten Kotmengen (Übersicht 11–13) wurden, ebenso wie die aus ihnen gewonnenen Proben, mit Chloroform vor Umsetzungen geschützt.

Kotauffangen: Der Kot wurde in Eimern aufgefangen, die lose in Eisenringen hingen und an langen Stielen befestigt waren. Durch diese lose Anordnung der Auffangeimer war es möglich, die

[1] Diese und die folgende Übersicht geben nur Beispiele. Aus Raummangel sind die übrigen Zahlenzusammenstellungen nicht abgedruckt.

Ausscheidung unmittelbar zu wiegen; so wurde in der zweiten Bilanz das Gewicht des Kotes der 4 Versuchspferde jeweils einzeln bei jeder Kotabgabe unter Benutzung einer Federwaage bestimmt. Doch ist

Übersicht 9.
Nährstoffgehalt des während der Bilanzen verzehrten Grünfutters in Gramm.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-protein	Rein-protein	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
Jüngeres Grünfutter:							
1. Bilanz: S_1 . .	11892	10721	2474	1944	3576	984	4268
S_2 . .	13145	11858	2744	2148	4042	1094	4687
Mittel	12518	11289	2609	2046	3809	1039	4477
2. Bilanz: S_1 . .	15253	13409	3269	2382	4427	1571	5447
S_2 . .	13092	11495	2801	2045	3771	1359	4692
Mittel	14172	12452	3035	2213	4094	1465	5069
3. Bilanz: S_1 . .	13391	11930	3299	2320	3037	1369	5227
S_2 . .	10650	9476	2621	1845	2414	1097	4151
Mittel	12020	10703	2960	2082	2725	1233	4689
Älteres Grünfutter:							
1. Bilanz: H_1. .	19110	18231	3244	2501	6746	1538	6817
H_2. .	19135	17257	3258	2498	6755	1539	6820
Mittel	19122	17744	3251	2499	6750	1538	6818
2. Bilanz: H_1. .	14928	13132	2643	2055	4681	1490	5549
H_2. .	15548	13725	2777	2135	4838	1613	5845
Mittel	15238	13428	2710	2095	4759	1551	5697
3. Bilanz: H_1. .	13587	11788	2509	2001	3759	1151	5114
H_2. .	14108	12237	2606	2083	3900	1196	5297
Mittel	13847	12012	2557	2042	3829	1173	5205

diese zwar einfache, aber nicht ausreichend sichere Art der Wägung besser durch Wiegen an einer schwebenden Balkenwaage mit Schiebegewichten zu ersetzen, da die dauernde Genauigkeit einer Federwaage nicht für befriedigend gehalten wird. — Mit etwa 80% Wassergehalt wies der Kot der Versuchstiere eine ordnungsgemäße Beschaffenheit auf.

Ein wässeriger Kot, etwa bedingt durch den hohen Wassergehalt der Futterzusammenstellung, wurde nicht gefunden. Bei allen Tieren fallen die geringen Schwankungen auf. Ein Unterschied in der Kotwassermenge, der sich aus der Verfütterung von jüngerem und älterem

Übersicht 10.

Nährstoffzusammensetzung der Trockenschnitzel und des Häcksels in Gramm im Mittel der Bilanzen.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-fett	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
1. Bilanz:								
S_1: Trockenschnitzel	5507	5167	580	293	35	883	328	3670
Häcksel	1856	1765	537	35	36	880	57	796
S_2: Trockenschnitzel	3671	3445	387	196	23	589	219	2446
Häcksel	928	882	27	18	18	439	28	398
2. Bilanz:								
S_1: Trockenschnitzel S_2: Trockenschnitzel H_1: Trockenschnitzel H_2: Trockenschnitzel	5505	5146	588	288	41	815	304	3702
3. Bilanz:								
S_1: Trockenschnitzel	7344	6858	790	591	44	1132	438	4891
S_2: Trockenschnitzel	7264	6784	784	387	44	1120	409	4838
H_1: Trockenschnitzel	7191	6715	774	383	43	1109	429	4789
H_2: Trockenschnitzel	7058	6591	759	376	42	1048	421	4701

Übersicht 11.

Nährstoffzusammensetzung des Kotes in Prozent der Frischmasse.

1. Bilanz: S_1[1] Tag	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Mittel
Wasser . . .	78,90	78,15	79,50	80,69	81,85	83,70	79,50	79,72	80,25
Trockenmasse	21,10	21,85	20,50	19,31	18,15	16,30	20,50	20,28	19,75
Organ. Masse .	18,35	19,22	16,90	17,31	16,49	14,32	17,94	17,10	17,20
Rohprotein . .	2,04	2,18	2,14	2,32	2,00	2,01	2,43	2,54	2,21
Reineiweiß . .	1,90	1,92	2,06	2,14	1,80	1,80	2,24	2,21	2,01
Rohfett . . .	1,21	1,25	1,15	1,25	1,10	1,00	1,36	1,26	1,20
Rohfaser . . .	8,72	8,07	7,99	8,17	7,03	5,95	8,66	8,08	7,83
Reinasche . .	1,46	1,54	1,56	1,32	1,21	1,31	1,72	1,49	1,45
N-freie Extr.-St.	6,38	7,73	5,62	5,57	6,37	5,37	5,48	5,25	5,97

[1] Die Zahlen von Übersicht 11 und 12 sind nur als Beispiel gegeben, die übrigen entsprechenden Zusammenstellungen sind Raummangels halber fortgelassen.

Übersicht 12.
Zusammensetzung des Kotes in Prozent der Frischmasse.

1. Bilanz: H_1 Tag	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Mittel
Wasser	81,40	82,70	81,70	81,54	80,71	80,60	81,30	80,20	81,27
Trockenmasse	18,60	17,30	18,30	18,46	19,29	19,40	18,70	19,80	18,73
Organ. Masse	16,82	15,76	16,00	16,19	16,81	17,82	17,16	16,90	16,68
Rohprotein	1,52	1,52	1,58	1,57	1,67	1,65	1,44	1,44	1,55
Reineiweiß	1,43	1,39	1,57	1,56	1,67	1,56	1,41	1,37	1,49
Pepsinunlösl ch. Protein	0,99	0,95	1,00	1,02	1,16	0,94	1,09	1,12	1,03
Rohfett	1,10	1,08	0,84	0,91	1,09	1,26	1,15	1,10	1,07
Rohfaser	8,99	8,53	8,79	8,41	8,58	8,03	8,15	8,61	8,51
Reinasche	1,17	1,10	1,10	1,24	1,24	1,06	1,22	1,24	1,17
N-freie Extr.-St.	5,21	4,63	4,71	5,30	5,47	6,88	6,42	5,75	5,56

Übersicht 13.
Nährstoffgehalt des Kotes in Prozent der frischen Masse.

	Wasser	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-prot.	Rein-prot.	Unver-daul. Prot.	Roh-fett	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
1. Bilanz: S_1	80,25	19,75	17,20	2,21	2,01	1,22	1,20	7,83	1,45	5,97
2. Bilanz: S_1	79,86	20,14	17,20	2,45	2,30	1,40	1,45	7,91	1,70	5,39
S_2	79,28	20,72	17,20	2,52	2,31	1,45	1,64	7,46	1,89	5,57
Mittel	79,57	20,43	17,20	2,48	2,31	1,43	1,54	7,68	1,79	5,48
3. Bilanz: S_1	80,39	19,61	15,52	3,01	2,69	1,69	1,74	6,64	1,98	4,12
S_2	79,84	20,16	16,32	3,18	2,90	1,66	1,79	6,77	2,05	4,57
Mittel	80,12	19,88	15,92	3,09	2,79	1,67	1,76	6,71	2,01	4,34
1. Bilanz: H_1	81,27	18,73	16,68	1,55	1,49	1,03	1,07	8,51	1,17	5,56
2. Bilanz: H_1	79,81	20,19	17,42	2,19	2,01	1,59	1,40	8,60	1,60	5,23
H_2	80,06	19,94	16,73	2,21	2,10	1,39	1,14	7,97	1,81	5,41
Mittel	79,93	20,07	17,06	2,20	2,05	1,49	1,27	8,28	1,73	5,32
3. Bilanz: H_1	80,12	19,88	16,45	2,40	2,18	1,56	1,82	7,00	1,55	5,24
H_2	80,98	19,02	14,92	2,44	2,23	1,26	1,50	5,97	1,38	5,01
Mittel	80,55	19,45	15,68	2,42	2,20	1,41	1,66	6,48	1,46	5,12

Grünfutter herleiten ließe, konnte nicht festgestellt werden. F. Taubert[1] beobachtete, daß der Kot der Grünfutter-Pferde im allgemeinen ein

[1] F. Taubert, Tierernährung 6 (1934) 175.

wenig weicher war als der seiner Kraftfutter-Pferde. Der etwas höhere Rohfasergehalt im Futter der H-Pferde bedingt in meinem Versuch entgegen G. Englers Ansicht keine Erhöhung der Kotwassermenge. Der Grund dafür scheint der nur geringe Unterschied im Rohfasergehalt zu sein. — Die Festigkeit des Kotes, die sehr eng mit seinem Wassergehalt zusammenhängt, war bei meinen Versuchen stets befriedigend. Für größere Dichte war nie zu sorgen[1]. Die Farbe war, dem Futter gemäß, grün.

Der Einfluß der Arbeit auf den Wassergehalt des Kotes ist bekannt. So bedingt Ruhe wasserhaltigeren, Arbeit wasserärmeren Kot[2]. Eine Untersuchung (Übersicht 14) in der 2. Bilanz bei H_2 darüber, ob der am Tage bei Arbeit ausgeschiedene Kot wasserärmer sei als der in der Nacht bei Ruhe, führte zu dem Ergebnis, daß während und bald nach der Arbeit der Kot etwas wasserärmer, in der Nacht etwas wasserreicher zu sein scheint.

Übersicht 14.
Trockenmassegehalt des Kotes bei Ausscheidung.

Tag	mittags	Trocken-	abends	Trocken-	früh	Trocken-
	Zeit	masse	Zeit	masse	Zeit	masse
29. bis 30.	—	—	21,20	20,2	6,24	19,3
30. bis 31.	12,36	20,7	19,45	21,1	7,19	19,6
31. bis 1.	1,00	22,3	22,24	22,8	6,39	22,2
1. bis 2.	12,57	21,3	21,40	24,0	5,15	22,0
2. bis 3.	12,50	20,0	20,28	21,2	5,05	19,8
3. bis 4.	12,30	20,0	20,45	21,9	5,10	18,0
4. bis 5.	13,30	20,7	21,15	20,3	5,35	18,0
Mittel . . .	—	20,88	—	21,69	—	19,89

S_2 mistete während des ganzen Versuches weniger oft als S_1 (Übersicht 19 und 20). Neben Veranlagung[3] ist der Grund in der verschiedenen Darmtätigkeit zu suchen. Aus der Übersicht ist zu ersehen, daß mit hohen Futtermengen auch die Häufigkeit der Ausscheidungen steigt[4]. Die Verwendung von Trockenschnitzeln in der Futterzusam-

[1] P. Ehrenberg u. H. Nieschling, Z. Züchtungskde **10** (1935) 326.

[2] H. Nieschling, Landw. Jb. **80** (1934) 355. — E. v. Wolf, Landw. Jb. 8 (1. Erg.-Bd.) (1879) 104. — H. Wrede, zitiert nach F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 175.

[3] H. Nieschling, Z. Spiritusindustrie **1934**, 36–38.

[4] H. Nieschling, Landw. Jb. **80** (1934) 5.

Übersicht 15.
Nährstoffgehalt des Kotes in Prozent der Trockenmasse.

	Organ. Masse	Roh-prot.	Rein-prot.	Pepsin-HCl unlösl. Prot.	Roh-fett	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
1. Bilanz: S_1	87,23	11,23	10,21	6,24	6,07	39,61	7,36	30,32
S_2	85,20	9,89	6,94	5,89	2,71	40,14	6,20	32,47
Mittel	86,21	10,56	8,58	6,06	4,39	39,88	6,78	31,39
2. Bilanz: S_1	85,47	12,18	11,43	6,97	7,21	39,30	8,41	26,78
S_2	83,02	12,19	11,17	7,01	7,94	36,00	9,06	26,89
Mittel	84,24	12,18	11,30	6,99	7,57	37,65	8,73	26,83
3. Bilanz: S_1	79,15	15,35	13,32	8,64	8,90	33,88	10,10	21,02
S_2	80,98	15,76	14,33	8,24	8,97	33,59	10,16	22,66
Mittel	80,06	15,56	13,77	8,44	8,94	33,73	10,13	21,84
1. Bilanz: H_1	89,09	8,30	7,99	5,52	5,68	45,55	6,27	29,56
H_2	85,84	8,85	8,49	5,80	5,55	43,95	6,09	27,49
Mittel	87,47	8,57	8,24	5,66	5,61	44,75	6,18	28,52
2. Bilanz: H_1	86,22	10,86	9,97	6,62	6,91	42,56	7,92	25,89
H_2	84,50	11,17	10,61	7,02	5,72	40,24	8,50	27,38
Mittel	85,36	11,01	10,29	6,82	6,31	41,40	8,21	26,63
3. Bilanz: H_1	82,79	12,06	10,98	7,84	9,14	35,20	7,83	26,38
H_2	78,31	12,88	11,73	6,66	7,87	31,38	7,26	26,17
Mittel	80,55	12,47	11,35	7,25	8,50	33,29	7,54	26,27

Übersicht 16[1].
Berechnung der im Kot ausgeschiedenen Nährstoffmengen in Gramm der Trockenmasse.

1. Bilanz: S_1. Tag	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Mittel
Trockenmasse	8474	5655	7181	7098	6231	5571	8161	7658	7004
Organ. Masse .	7369	4975	5921	6363	5661	4893	7941	6479	6100
Rohprotein . .	819	563	750	853	686	685	968	963	786
Reineiweiß . .	762	497	732	785	619	614	890	838	716
Rohfett . . .	485	322	404	459	376	342	543	476	426
Rohfaser . . .	3501	2089	2800	3004	2412	2029	3448	3056	2792
Rohasche . . .	1106	680	1260	735	570	679	1020	1179	904
Sand	519	281	714	250	153	230	335	612	387
Reinasche . .	587	399	546	485	417	449	685	567	517
N-freie Extr.-St.	2562	2001	1968	2046	2187	1836	2182	1983	2096

[1] Die Zahlen der Übersicht 16 und 17 dienen nur als Beispiel. Die übrigen Zahlenwerte mußten aus Gründen des Raummangels fortbleiben.

Übersicht 17.

Berechnung der im Kot ausgeschiedenen Nährstoffmengen in Gramm der Trockenmasse.

1. Bilanz: H_1. Tag	31.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	Mittel
Trockenmasse	9242	7463	8800	8545	8524	8767	7388	10274	8626
Organ. Masse	8359	6798	7696	7492	7427	8052	6781	6768	7672
Rohprotein	753	659	761	730	739	749	570	753	714
Reineiweiß	708	601	752	722	739	706	556	712	687
Rohfett	547	467	402	419	480	568	455	568	488
Rohfaser	4468	3683	4227	3909	3791	3633	3218	4465	3924
Rohasche	883	666	1104	1053	1097	715	607	1506	954
Sand	301	189	578	477	549	231	125	860	414
Reinasche	581	477	525	576	548	485	482	646	540
N-freie Extr.-St.	2592	1988	2307	2435	2415	3102	2537	2982	2545

Übersicht 18.

Die im Kot ausgeschiedenen Nährstoffmengen in Gramm der Trockenmasse.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-prot.	Rein-prot.	Roh-fett	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
1. Bilanz: S_1	7004	6100	786	716	426	2792	517	2096
S_2	5969	5091	591	414	161	2396	372	1943
Mittel	6486	5595	688	565	293	2594	444	2019
2. Bilanz: S_1	6251	5343	760	714	450	2456	528	1678
S_2	5414	4502	658	602	427	1963	516	1454
Mittel	5833	4922	709	658	438	2209	522	1566
3. Bilanz: S_1	5446	4286	834	727	487	1846	546	1119
S_2	4076	3310	645	587	363	1371	418	931
Mittel	4761	3798	739	657	425	1608	482	1025
1. Bilanz: H_1	8626	7672	714	687	488	3924	540	2545
H_2	9380	8007	828	794	520	4111	571	2548
Mittel	9003	7839	771	740	504	4017	555	2546
2. Bilanz: H_1	6421	5547	697	641	444	2741	512	1665
H_2	6914	5843	773	734	395	2789	589	1886
Mittel	6667	5696	735	687	419	2765	550	1775
3. Bilanz: H_1	6530	5407	789	716	591	2301	535	1727
H_2	6670	5256	854	780	520	2091	484	1791
Mittel	6600	5331	821	748	555	2196	509	1759

menstellung[1], der hohe Gehalt des Futters an Rohfaser[2] und der dadurch weitgehendst beeinflußte unverdaut bleibende Anteil[3] bedingen dies hier. Natürlich lassen sich irgendwelche Wirkungen des Futters auf die Häufigkeit oder andere Erscheinungen bei der Kotabgabe nur ermitteln, wenn für längere Zeiträume gleichartig gefüttert und getränkt wird. Dann werden noch Arbeits- und Witterungsunterschiede wirksam eingreifen, ferner Besonderheiten der Einzeltiere, Nachtruhe und anderes. Übersichten 19–21 geben diesbezügliche Angaben. 20 ein Beispiel für eine Bilanz und ein Pferd.

Durch Wiegen jeder einzelnen Kotausscheidung ist es möglich, sich einen Überblick über die abgeschiedenen Mistmengen zu ver-

Übersicht 19.
Kotmenge, Trockenmasse, Anzahl der täglichen Kotausscheidungen im Durchschnitt der Bilanzen.

	Frischkot g	Trockenmasse %	Trockenmasse g	Kotausscheidungen in 24 Std.
1. Bilanz: S_1	35489	19,75	7004	19
S_2	27917	21,41	5969	13
Mittel	—	20,58	—	16
2. Bilanz: S_1	31131	20,14	6251	16
S_2	26105	20,72	5414	12
Mittel	—	20,43	—	14
3. Bilanz: S_1	27756	19,61	5446	20
S_2	20385	20,16	4076	10
Mittel	—	19,88	—	15
1. Bilanz: H_1	55999	18,73	8626	15
H_2	45305	20,72	9380	21
Mittel	—	19,72	—	18
2. Bilanz: H_1	31844	20,19	6421	12
H_2	34738	19,94	6913	17
Mittel	—	20,06	—	15
3. Bilanz: H_1	32902	19,88	6530	14
H_2	34960	19,02	6670	20
Mittel	—	19,45	—	17

[1] P. Ehrenberg u. H. Nietsch, Landw. Versuchsstat. **125** (1936) 317.
[2] H. Nieschling, Z. Züchtungsbiologie **32** (1935) 4.
[3] H. Günther, Landw. Jb. **80** (1934) 733.

Übersicht 20.

Im Abstand von ? Minuten erfolgte das Misten und wie groß waren die dann ausgeschiedenen Kotmengen?

2. Bilanz: S_1. Tag	29./30.	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./6.	5./6.	Mittel
Zeit der Feststellung	13 bis 19 Uhr.								
Abstandsdauer: Std..	3	1	—	—	—	—	—	—	—
Min.	33	5	57	48	54	57	19	49	55
Gewichtsmenge . . .	10,5	5,5	6,5	8,7	9,5	10,0	9,0	7,2	8,4
Zeit der Feststellung	19 bis 4 Uhr.								
Abstandsdauer: Std..	3	2	3	1	2	1	2	2	2
Min.	13	41	13	45	20	51	28	25	30
Gewichtsmenge . . .	8	15	10	10	14,5	10,5	11	12,5	7,5
Zeit der Feststellung	4 bis 11 Uhr.								
Abstandsdauer: Std..	2	1	0	1	0	1	0	2	1
Min.	23	23	56	46	53	08	39	19	28
Gewichtsmenge . . .	9,5	12,0	11,5	11,5	11,25	13	13,75	8,5	11,4
Zeit der Feststellung	11 bis 13 Uhr.								
Abstandsdauer: Std..	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Min.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gewichtsmenge . . .	—	3	—	—	—	1	—	—	—

Übersicht 21.

Im Abstand von ? Minuten erfolgte das Misten und wie groß waren die dann ausgeschiedenen Mistmengen?

2. Bilanz im Durchschnitt von 8 Tagen.

	S_1	S_2	H_1	H_2
Zeit der Feststellung	13 bis 19 Uhr			
Abstandsdauer: Stund.	—	1	1	1
Minut.	55	28	25	05
Gewichtsmenge	8,4	6,6	8,7	8,0
Zeit der Feststellung:	19 bis 4 Uhr			
Abstandsdauer: Stund.	2	3	2	2
Minut.	30	0,2	29	0
Gewichtsmenge	7,5	8,8	13,5	15,9
Zeit der Feststellung:	4 bis 11 Uhr			
Abstandsdauer: Stund.	1	1	1	1
Minut.	28	50	43	17
Gewichtsmenge	11,4	10,5	10,6	11,4
Zeit der Feststellung:	11 bis 13 Uhr			
Abstandsdauer: Stund.	—	—	—	—
Minut.	—	—	—	—
Gewichtsmenge	—	—	—	2,7

schaffen (Übersicht 21 und 22). Außer bei den Fohlenversuchen von H. Blechschmidt[1] und H. Nietsch[2] sind bei anderen Institutsversuchen die jeweiligen Ausscheidungen nicht einzeln gewogen worden. Es zeigt sich, daß diese am Nachmittag mengenmäßig am niedrigsten sind und in der Nacht und am Vormittag größeren Umfang annehmen. Die bei den einzelnen Wägungen gefundenen Gewichte stimmen sehr gut überein. Die Pferde S_1 und H_1 (Gespann I) und S_2 und H_2 (Gespann II) zeichnen sich für die Arbeitszeit von 4–11 Uhr und 13–19 Uhr durch ähnliche Mistmengen und Kotzeiten aus[3].

Die von H. Wrede[4] beobachtete und auch sonst in der Landwirtschaft bekannte Tatsache, daß die Tiere beim Verlassen des Stalles zu misten beginnen, trifft auch für meinen Versuch zu. Ruhe im Stall scheint die Häufigkeit der Abgabe von Harn während der Nacht zu fördern. Beim Kot dürfte eher das Umgekehrte gelten.

Es besteht bei meinen Untersuchungen im Gesamtdurchschnitt der Bilanzen kein Unterschied in der Höhe des Rohproteins, das einmal aus dem frischen Kot und nach Trocknung aus der lufttrockenen Kot-

Übersicht 22a.
Anzahl der Kotausscheidungen nach ? Stunden und ? Minuten im Mittel der Bilanzen.

	Zeit: 11–13 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 13–19 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 19–4 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 4–11 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen
1. Bilanz: S_1	11.45	1	0,44	6	1,50	5	1,30	7
S_2	12,40	1	1,09	5	3,21	3	2,27	4
2. Bilanz: S_1	17,00	1	0,54	6	2,30	3	1,28	7
S_2	—	—	1,28	4	3,02	3	1,50	5
3. Bilanz: S_1	—	—	0,29	8	2,43	3	1,10	9
S_2	—	—	1,11	3	3,52	3	2,05	4
1. Bilanz: H_1	12,45	—	1,20	5	2,04	5	1,49	4
H_2	—	—	1,01	8	1,29	6	1,19	6
2. Bilanz: H_1	13,00	1	1,25	4	2,29	4	1,43	4
H_2	12,45	1	1,05	5	2,00	5	1,17	6
3. Bilanz: H_1	—	—	1,06	4	2,48	3	1,31	7
H_2	—	—	0,54	6	2,16	5	1,06	9

[1] H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1933) 463.
[2] H. Nietsch, Landw. Jb. **81** (1935) 525.
[3] H. Nitsche, Arbeit noch nicht veröffentlicht.
[4] H. Wrede, Landw. Jb. **75** (1932) 881.

Übersicht 22b.

Anzahl der Harnausscheidungen nach ? Stunden und Minuten im Mittel der Bilanzen.

	Zeit: 11–13 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 13–19 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 19–4 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen	Zeit: 4–11 Uhr	Anzahl der Ausscheidungen
1. Bilanz: S_1	11,10	1	2,32	1	3,30	3	3,13	2
S_2	11,15	1	2,13	1	2,58	4	2,46	3
2. Bilanz: S_1	12,00	1	2,55	3	2,12	4	2,02	3
S_2	11.50	1	2,07	3	1,20	6	1,53	4
3. Bilanz: S_1	12,50	1	1,15	3	2,21	4	2,07	3
S_2	11,40	1	2,35	3	1,37	6	1,53	4
1. Bilanz: H_1	11,37	1	1,26	2	2,47	3	2,20	2
H_2	11,10	1	1,59	3	1,22	7	1,22	6
2. Bilanz: H_1	12,20	1	3,48	1	1,59	4	2,45	3
H_2	12,04	1	1,46	4	0,38	10	1,25	5
3. Bilanz: H_1	12,45	1	—	1	1,41	6	2,07	2
H_2	12,05	1	1,46	4	0,59	9	1.27	6

Übersicht 23.

Zusammensetzung in Prozent des Kotes aus Untersuchungen der Frisch- und lufttrockenen Masse im Mittel der Bilanzen.

	Rohprotein in Proz. der Trockenmasse, berechnet aus der lufttrockenen Masse Proz.	Rohprotein in Proz. der Trockenmasse berechnet aus der frischen Masse Proz.	Unterschied: die frische Masse ergab + oder − Proz.	Einzelne Grenzwerte Proz.
1. Bilanz: S_1 . .	11,23	9,91	− 1,31	+ 0,60/− 2,70
S_2 . .	9,89	8,71	− 1,18	— /− 1,18
H_1 . .	8,30	8,59	+ 0,29	+ 1,29/− 0,40
H_2 . .	8,85	8,82	− 0,03	+ 1,00/ − 2,20
2. Bilanz: S_1 . .	12,18	11,07	− 1,11	+ 1,98/− 4,56
S_2 . .	12,18	12,98	+ 0,80	+ 6,43/− 1.72
H_1 . .	10,87	11,34	+ 0,47	+ 2,29/− 0,32
H_2 . .	11,17	10,58	− 0,59	+ 1,87/− 1,70
3. Bilanz: S_1 . .	15,35	15,74	+ 0,39	+ 6,62/− 4,76
S_2 . .	15,76	17,53	+ 1,77	+ 5,96/− 5,38
H_1 . .	12,06	13,21	+ 1,15	+ 5,46/− 4,30
H_1 . .	12,88	13,94	+ 1,06	+ 9,66/− 6,60
Gesamtmittel . .	11,73	11,87	+ 0,14	+ 3,67/− 2,96

masse untersucht wurde (Übersicht 23). H. Nitsche hingegen bestimmt geringe Stickstoffverluste durch die Trocknung. Diese Verluste sind beim Rohprotein und Reinprotein sehr gering, sie werden jedoch höher

bei der Bestimmung des verdaulichen Roh- und Reinproteins auf künstlichem Wege nach dem Verfahren von Stutzer. F. Taubert[1] fand 4,43% Rohprotein im lufttrockenen Kot weniger als im Frischkot.

3. Gegenüberstellung von Grünfutter und Kot, Verdauungskoeffizienten.

Zur Errechnung der Verdauungskoeffizienten wurde dem gefressenen Futter der 1 Tag später ausgeschiedene Kot gegenübergestellt und durch Abzug des verdaulichen Anteils des Beifutters die verdauten Mengen Grünfutter ermittelt.

Folgende Verdaulichkeitszahlen für Trockenschnitzel und für Weizenstrohhäcksel wurden benutzt:

Trockenschnitzel:		Weizenstrohhäcksel:	
Trockenmasse	81,98 Proz.[2]	Trockenmasse	54,90 Proz.[5]
Organische Masse	84,91 Proz.[2]	Organische Masse	21 Proz.[4]
Rohprotein	68,93 Proz.[2]	Rohprotein	28 Proz.[4]
Reinprotein	61,40 Proz.[2]	Reinprotein	64,61 Proz.[5]
Rohfett	34,50 Proz.[2]	Rohfett	65,52 Proz.[5]
Rohfaser	78,52 Proz.[2]	Rohfaser	18 Proz.[4]
N-freie Extraktst.	91,13 Proz.[2]	N-freie Extraktstoffe	28 Proz.[4]
Reinasche	86,84 Proz.[3]	Reinasche	42,20 Proz.[6]

Die von mir ermittelten Verdauungskoeffizienten[7] für Grünfutter (Übersicht 24) zeigen an, daß zunächst einmal die Veränderungen in der jüngeren bzw. älteren Beschaffenheit der grünen Luzerne, zum Teil wohl auch verschiedener Gehalt an Knaulgras, wie an Unkraut sich in den Werten meiner Untersuchung kennzeichnen[8] (siehe S. 497ff.).

---

[1] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 200.

[2] Sämtliche Verdauungskoeffizienten von H. A. Scholz J. Landw. **81** (1933) 329.

[3] Verdauungskoeffizienten für Reinasche sind noch nicht ermittelt. Ersatz: die für Rohasche von Zuckerschnitzeln von K. Hötzel Z. Zuckerindustrie **84** (1934) 151.

[4] O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 8. Aufl. (1919) 647.

[5] K. Hötzel, Landw. Jb. **73** (1931) 993.

[6] Verdauungskoeffizient ist noch nicht ermittelt. Ersatz: Durch die Werte für Rohasche aus K. Hötzel Landw. Jb. **73** (1931) 993.

[7] E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere, **3** (1930) 50. — H. Günther, Landw. Jb. **80** (1934) 743. — H. G. Müller, Landw. Jb. **73** (1931) 195.

[8] Es wird hingewiesen auf die Bemühungen von Günther, Müller, Nieschling, einen rechnerischen Ausgleich zu finden.

Ob und wieweit sich die Zufütterung von Trockenschnitzeln und zum Teil von geringen Hafermengen auch auf Veränderung der Verdauungskoeffizienten auswirken, bleibe dahingestellt. Ich möchte dies eigentlich nicht annehmen.

Übersicht 24.

Verdauungskoeffizienten von jüngerem und älterem Grünfutter ohne Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-protein	Rein-protein	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-Stoffe
Jüngere Luzerne:							
S_1: 1. Bilanz .	56,08	63,02	77,04	68,98	49,11	55,18	70,95
2. Bilanz .	65,52	65,96	82,35	74,69	48,45	74,69	73,56
3. Bilanz .	69,21	72,75	82,15	74,31	47,22	64,35	86,87
S_2: 1. Bilanz .	62,81	67,33	83,49	84,54	52,75	70,11	69,30
2. Bilanz .	66,22	67,59	83,08	74,13	52,67	65,05	76,02
3. Bilanz .	74,02	75,87	84,59	76,21	53,19	68,00	87,91
Ältere Luzerne:							
H_1: 1.Bilanz .	54,87	57,91	77,99	72,53	41,83	84,89	62,67
2. Bilanz .	59,75	60,12	77,53	70,27	40,33	68,38	73,27
3. Bilanz .	61,49	62,73	78,12	71,56	45,09	48,38	74,31
H_2: 1. Bilanz .	50,97	53,60	74,59	68,17	39,14	62,96	62,04
2. Bilanz .	61,91	63,08	78,79	70,82	45,91	65,96	73,34
3. Bilanz .	61,74	65,18	76,32	68,60	52,38	64,63	64,04
Jüngere Luzerne: Mittel:							
1. Bil.: S_1 u. S_2	59,44	65,17	80,26	76,76	50,93	62,64	70,12
2. Bil.: S_1 u. S_2	65,87	66,77	82,71	74,41	50,56	69,88	74,79
3. Bil.: S_1 u. S_2	71,61	74,31	83,37	75,26	50,21	66,17	87,39
	65,64	68,75	82,11	75,48	50,57	66,23	77,43
Ältere Luzerne: Mittel							
1. Bil.: H_1 u. H_2	52,92	55,75	76,29	70,35	40,48	63,92	62,65
2. Bil.: H_1 u. H_2	60,83	61,60	78,16	70,54	43,12	67,17	73,30
3. Bil.: H_1 u. H_2	61,61	63,95	77,22	70,08	48,73	61,50	74,17
	58,45	60,43	77,22	70,32	44,11	64,20	70,04

Pferd S_2 verdaute fast ohne Ausnahme das Grünfutter in seinen einzelnen Nährstoffen besser als Pferd S_1, während die beiden H-Pferde nach dieser Richtung keine deutliche Unterscheidung aufweisen. Da

angenommen worden ist, daß die Verdaulichkeit des Futters bis zu gewissen Grenzen mit steigendem Futterverzehr zunimmt[1], ebenso mit ansteigendem Nährstoffgehalt des Futters[2], so dürfte sich beides auch etwas zugunsten des jüngeren Luzernegrünfutters auswirken. Dazu kommt, daß die in der jüngeren Grünluzerne vorhandene Rohfaser von günstigerer und zarterer Beschaffenheit nicht nur bessere Verdaulichkeit gegenüber der älteren aufweisen wird, sondern ihr auch in der Nährwirkung überlegen sein dürfte[3]. Aus der Zusammenstellung der Verdauungskoeffizienten ergibt sich, daß die Verdaulichkeit des jüngeren Luzernegrünfutters in jedem Fall größer ist als die des älteren. Das gilt für alle untersuchten Bestandteile des Futters, erscheint indes vielleicht nicht so ausgesprochen, wie man am Ende erwarten möchte. Der Grund dafür ist, daß trotz eines immerhin bemerkenswerten Altersunterschiedes bei den beiden untersuchten Futterarten doch auch die andere, ältere Grünluzerne zumeist erst in der Mitte bis Ende der Blüte stand, und somit im wesentlichen noch günstige Verdaulichkeit aufweisen mußte. Bei Versuchen in der Praxis, wie hier ein solcher vorliegt, ist es kaum durchführbar, ein Grünfutter jeweils in dem erwünschten Zustand für längere Zeit nutzen zu können. Das dürfte sogar auf einem Versuchsgut mit recht erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein.

So war z. B. enthalten im Grünfutter von

	Bilanz 1		Bilanz 2		Bilanz 3	
Bei den Pferden	S	H	S	H	S	H
In der Trockenmasse:						
Proz. Eiweiß .	16,35	13,07	15,62	13,75	17,32	14,75
Proz. Rohfaser	30,43	35,30	28,89	31,23	22,67	27,67

Während es demnach gelang, die Eiweißgehalte der benutzten Grünfuttergaben bei den S-Pferden im Durchschnitt auf 16,43% und bei den H-Pferden im Durchschnitt bei 13,86% zu halten, ohne daß die Schwankungen von Bilanz zu Bilanz groß gewesen wären, wichen die Rohfasergehalte bei einem Durchschnitt für die S-Pferde von 27,33% und für die H-Pferde von 31,40% doch wesentlich stärker voneinander ab.

Die Verdaulichkeit der organischen Masse ist in jedem Fall vom Anfang August bis Ende August bis Mitte–Ende September gestiegen,

[1] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 194.

[2] E. v. Wolff, Landw. Jb. **13** (1884) 253.

[3] E. Mangold, Ernährung und der Stoffwechsel der landwirtschaftlichen Nutztiere **3** (1930) 148.

also von der ersten zur dritten Bilanz, und bei der jüngeren, wie bei der älteren Grünluzerne. Es ist zum mindesten möglich, daß hier ein mit der Witterung oder der Schnittzeit zusammenhängender tatsächlicher Unterschied vorliegt. Da indes sonst die Gehalte zumal der Rohfaser, die vermutlich derartige Einflüsse am deutlichsten zeigen müßte, hierin nur recht zweifelhafte Änderungen anzeigen, und auch die Eiweißwerte nichts derartiges andeuten, so kann man wohl annehmen, daß es gelang, während der drei Bilanzen nahezu gleichartiges, jeweils der Forderung nach jüngerem oder älterem Grünfutter entsprechendes Futter zu bieten. Sonst liegen die Einzelwerte der Verdauungskoeffizienten bei den je zwei Vergleichspferden einander sehr nahe, und höchstens bei den S-Pferden möchte man bei dem einen eine etwas bessere Verwertung der Rohfaser annehmen, die freilich auch durch verstärkte bakterielle Zersetzung erklärt werden könnte. Jedenfalls scheinen unsere Verdauungswerte anzuzeigen, daß bei dem Bemühen, nach praktischen Gesichtspunkten ein möglichst gleichartiges, jüngeres oder mehr in der Blüte vorgeschrittenes Futter auszuwählen, man leidlich gute Erfolge erzielen kann.

Im Vergleich mit den Werten von F. Taubert über die Verdaulichkeit von Luzerne-(Klee-) Gemisch ergab sich bei mir (siehe Übersicht 25).

Übersicht 25
Durch Arbeitspferde bei üblicher Betätigung wurde verdaut in Hundertteilen bei

	grüner Luzerne (Kleegem.) nach Taubert[1]		grün. Luzerne (Knaulgrasgem.) nach mein. Versuch.	
	1. Schnitt	3. Schnitt	jüngeres	älteres
	in der Blüte		Grünfutter	
Trockenmasse	55,3	63,8	65,64	58,45
Organische Masse . . .	56,8	66,4	68,75	60,43
Rohprotein	71,3	84,1	82,11	77,22
Eiweiß.	68,7	81,1	75,48	70,32
Rohfaser.	43,7	46,4	50,57	44,11
N-freie Extraktstoffe .	69,5	79,9	77,43	70,04
Reinasche	40,9	39,6	—	—
Rohasche	70,7	69,5	66,23	64,20

Die Unterschiede erklären sich leicht durch verschiedene Entwicklungszeit, wechselnden Unkrautbesatz, mehr oder weniger abweichende Jahreswitterung, Bodenart, Düngung und Sorte. Die Werte

[1] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 201.

können als Beweis dafür gelten, daß unsere Versuche, in den Bedingungen der landwirtschaftlichen Praxis entsprechenden Verhältnissen die Verdaulichkeit usw. von Wirtschaftsfuttermitteln für Arbeitspferde zu bestimmen, im allgemeinen befriedigende Werte für deren Verwendung zur Futterberechnung ergeben dürften.

Andere tierphysiologische Bestimmungen.

1. Schwerlöslichwerden von Rohfett.

Einige Besonderheiten der Untersuchungen F. Tauberts suchte ich vergleichend nachzuprüfen, um derart für künftige Bearbeitung derartiger Verdauungsversuche weitere Fingerzeige geben zu können. So fand Taubert bei Grünfutterproben, die er alsbald nach dem Trocknen und dann zwei Jahre später untersuchte, daß die Proben nach der langen Aufbewahrung 25 bis 30 Proz. niedrigere Rohfettzahlen aufwiesen. Er hat auf Untersuchungen von G. Kühn, A. Haase und H. Bäsecke[1] sowie von E. v. Wolff[2] aufmerksam gemacht, welche ähnliche Werte erbringen konnten. Nach dem letzten Forscher soll die Festlegung oder das Schwerlöslichwerden des Rohfettes im dritten und vierten Monat nach der Ernte stattfinden. Meine Werte dürften diese Ansicht in gewissem Umfang bestätigen. Jedenfalls untersuchte ich den Gehalt von Grünfutterproben an Rohfett nach einjähriger Aufbewahrung und dann wieder ein halbes Jahr später, und fand dabei keine Veränderung mehr, die stärker ins Gewicht gefallen wäre.

Im Durchschnitt von 8 Paralleluntersuchungen von:

	Jünger. Grünfutter	Älterem Grünfutter	Kot vom Arbeitspferd			
			S_1	S_2	H_1	H_2
	%	%	%	%	%	%
ergab die Untersuchung:						
Sommer 1937	2,94	2,21	5,74	5,40	5,32	5,28
November 1937	2,73	2,10	6,22	5,68	5,37	4,83

Wenn also bei Grünfutter noch eine geringe Verminderung der Löslichkeit des Rohfettes eingetreten sein sollte, so war sie jedenfalls unbedeutend. Bei dem vergleichsweise untersuchten Kot von Arbeitspferden kann man davon nicht sprechen.

2. Verdaulichkeit von feuchtem Grünfutter.

Weiter beobachtete F. Taubert[3], daß die Nährstoffe von nassem Grünfutter nur zu 36 bis 78 Proz. der Nährstoffe trockenen Grünfutters verdaut wurden. Freilich soll dies nur bei sehr nassem Grünfutter der Fall sein, wie derselbe Ver-

[1] G. Kühn, A. Haase und H. Bäsecke, Landw. Versuchsstat. **16** (1873) 99.
[2] E. v. Wolff, Landw. Versuchsstat. **21** (1878) 43.
[3] F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 185.

fasser anderen Ortes angibt[1]. Vermutlich war bei meiner Nachprüfung dieser Verhältnisse das feucht verfütterte Grünfutter nicht derart naß, wie in den Fällen, in denen F. TAUBERT die erwähnte Verminderung der Verdaulichkeit beobachtete. Ich erhielt:

Übersicht 26.
Trockenmassegehalt von feuchter und trockener Grünluzerne.
1. Bilanz.

Tag	Trockenmasse in der Frischmasse Proz.	Mittel von 3 Tagen	Feuchtigkeitszustand	Tag	Trockenmasse in der Frischmasse Proz.	Mittel von 3 Tagen	Feuchtigkeitszustand
1./2.	21,54		feucht	4./5.	19,40		trocken
2./3.	18,09	22,4	feucht	5./6.	27,10	26,69	trocken
3./4.	27,69		feucht	6./7.	33,58		trocken

Unterschied: Proz. 4,25

Der Unterschied ist offenbar ein geringer, und daher auch mein Ergebnis anders. F. TAUBERT hatte einmal sogar 8,50 Proz. Unterschied zwischen seinem nassen und trockenen Grünfutter[2]. Dazu ist bei mir für je einen Tag das Futter

Übersicht 27.
Die Errechnung der Verdauungskoeffizienten von feuchterem und trockenem Grünfutter.
1. Bilanz: H_1.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-protein	Rein-protein	Roh-faser	Rein-asche	N-freie Extr.-stoffe
Zeit: 1./2. bis 3./4.; Grünfutter: feucht:							
im Futter . .	18576	16631	3117	2437	6590	2307	6514
im Kot . . .	8623	7538	743	738	3976	550	2386
verdaut . . .	9953	9053	2374	1699	2614	1757	4128
verdaut i. Proz.	53,58	54,67	76,16	69,71	39,66	76,15	63,37
Zeit: 4./5. bis 6./7.; Grünfutter: trocken:							
im Futter . .	19280	17494	3321	2332	6859	1538	6912
im Kot . . .	8809	7867	691	658	3772	538	2874
verdaut . . .	10471	9627	2630	1674	3087	1000	4038
verdaut i. Proz.	54,31	55,03	79,19	71,78	45,01	65,01	58,40
bei „trocken“ mehr . . .	+ 0,73	+ 0,36	+3,03	+ 2,07	+ 5,35	−11,14	−4,97

[1] F. TAUBERT, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 148.

[2] F. TAUBERT, Tierernährung **6** (1934) 186.

der „feuchten" Tage wohl kaum noch feucht, für je einen Tag das der „trockenen" Tage kaum noch trocken. Dadurch werden etwa vorhandene Unterschiede sich auch verwischt haben (vgl. Übersichten 27 und 28). Bei den unbedeutenden und schwankenden Unterschieden ist aus meinen Werten allenfalls eine etwa 5 Proz.

Übersicht 28.

Die Errechnung der Verdauungskoeffizienten von feuchterem und trockenem Grünfutter.

1. Bilanz: H_2.

	Trock.-masse	Organ. Masse	Roh-protein	Rein-protein	Roh-faser	Rein-sache	N-freie Extr.-stoffe
Zeit: 1./2. bis 3./4.; Grünfutter: feucht:							
im Futter . .	19014	17028	3209	2490	6674	1575	6717
im Kot . . .	7159	7936	818	746	4015	538	2602
verdaut . . .	11855	9092	2391	1744	2659	1037	4115
verdaut i.Proz.	62,34	53,39	74,51	70,04	39,84	65,84	61,26
Zeit: 4./5. bis 6./7.; Grünfutter: trocken:							
im Futter . .	19948	18105	3442	2487	70 0	1590	7159
im Kot . . .	9877	7867	856	852	4004	604	2510
verdaut . . .	10071	10238	2586	1635	3086	986	4649
verdaut i.Proz.	50,48	56,54	75,13	65,74	43,52	82,01	64,93
bei „trocken" mehr . . .	—11,86	+ 3,15	+ 0,62	— 5,30	+ 3,68	+16,17	+ 3,67
Im Mittel von H_1 und H_2 bei „trocken"mehr	— 5,57	+ 1,76	+ 1,83	— 1,62	+ 4,52	+ 2,52	— 0,65

schlechtere Verdauung der Rohfaser des feuchten Grünfutters herauszulesen. Es ist zudem sehr wahrscheinlich, daß in vorliegendem Fall die Gewöhnung der Pferde an ziemlich nasse Fütterung dazu beitrug, die hier beobachteten Besonderheiten undeutlich erscheinen zu lassen.

Im Gegensatz zu Taubert und wohl im Zusammenhang mit geringerer Befeuchtung in meinem Versuch ermittelte ich, daß die Pferde von dem feuchten Grünfutter ähnlich große Menge Trockenmasse aufnehmen, als wenn sie trockene grüne Luzerne gefressen hätten. Niels Hansson[1] befürchtete, daß durch eine sehr hohe Wasseraufnahme die Verdauungsflüssigkeit verdünnt werden könnte. A. Scheunert[2] beobachtete aber, daß das aufgenommene Wasser im Magen nach einigen Minuten in einer Art Schlundrinne zwischen Magenwand und Mageninhalt weitergeleitet wurde, so daß Hanssons Befürchtung wohl ungerechtfertigt ist.

[1] Niels Hansson, Fütterung der landwirtschaftlichen Haustiere **37** (1930).

[2] A. Scheunert, Pflügers Archiv ges. Physiologie **151** (1913) 396.

3. Berechnung der Verdauungskoeffizienten von Rohprotein aus frischer und trockener Masse.

Berechnet man die Verdauungskoeffizienten für Rohprotein nicht aus der frischen Masse, wie das für den Kot zwar notwendig, aber für das Grünfutter kaum durchführbar ist, sondern aus der getrockneten Masse, so ergibt sich, entsprechend anderweitigen Feststellungen, ein geringerer Wert, indem zwar beim Trocknen vermutlich aus dem Kot Verluste auftreten, dagegen die mangelnde Zerkleinerung des Grünfutters die Werte wieder unzureichend gestaltet.

Übersicht 29.
Die Verdauungskoeffizienten aus der getrockneten und aus der frischen Masse ermittelt.

	1. Bilanz	2. Bilanz	3. Bilanz
Pferd H_1. Untersuchg. aus:			
Trockenmasse	77,99	77,53	78,12
Frischmasse.	77,76	77,60	74,52
In der Frischmasse: mehr	— 0,23	+ 0,07	— 3,60
Pferd H_2. Untersuchg. aus:			
Trockenmasse	74,59	78,79	76,32
Frischmasse.	75,19	80,65	72,58
In der Frischmasse: mehr	+ 0,60	+ 1,86	— 3,74
Pferd S_1. Untersuchg. aus:			
Trockenmasse	77,04	82,35	82,15
Frischmasse.	78,16	84,11	78,05
In der Frischmasse: mehr	+ 1,12	+ 1,76	— 4,10
Pferd S_2. Untersuchg. aus:			
Trockenmasse	83,49	83,08	84,50
Frischmasse.	75,41	79,91	82,30
In der Frischmasse: mehr	— 8,08	— 3,17	— 2,29

4. Berechnung der Stoffwechselprodukte und der mit ihrer Berücksichtigung ermittelten Verdauungskoeffizienten.

Die Bildung der Stoffwechselerzeugnisse im Darm ist eine bislang nicht einheitlich zu beurteilende. Sie erscheint oft nicht gleichbleibend[1], dürfte von der Beschaffenheit des Futters[2] und seiner ganzen Art abhängig sein[3], auch wird eiweiß-

[1] O. Kellner, Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 8. Aufl. 1919. S. 34.

[2] E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsel der landwirtschaftlichen Nutztiere **3** (1930) 42.

[3] H. Engler, Landw. Jb. **78** (1933) 462. — H. Nieschling, Z. Tierzucht u. Züchtungsbiologie **32**, Heft 3 (1935) 344. — R. Steinhardt, Landw. Versuchsstat. **124** (1935) 125.

reiches Futter auf sie besonderen Einfluß kaum ausüben[1]. Im ganzen darf man wohl annehmen, daß die Bildung der Stoffwechselprodukte im Körper je nach der Eigenart des Einzeltieres starken Veränderungen unterworfen ist. Außerdem ist eine Berechnung der Verdauungskoeffizienten unter Beachtung der Stoffwechselprodukte geeignet, die Verdaulichkeit der Futtermittel zu überschätzen, da die als Stoffwechselprodukte ermittelten Ausscheidungen doch dem Körper verloren gehen[2]. Man wird daher wohl besser auf Berücksichtigung derselben zunächst noch verzichten[3]. Um indes möglichst allen Wünschen zu entsprechen und für weitere Beurteilung Zahlenwerte zu liefern, habe ich in Übersicht 30 die von mir ermittelten Stoffwechselprodukte im Mittel der einzelnen Pferde und Bilanzen angegeben, und zugleich auch die Verdauungskoeffizienten unter ihrer Berücksichtigung berechnet.

Übersicht 30.
Stoffwechselprodukte.
(auf 100 g verdauliche organische Masse durch Pepsin-Salzsäure lösliches Rohprotein/g.)

Bei Pferd	H_1	H_2	S_1	S_2
1. Bilanz	0,40	0,49	0,49	0,35
2. Bilanz	0,36	0,35	0,45	0,37
3. Bilanz	0,34	0,48	0,40	0,38
Durchschnitt	0,37	0,44	0,45	0,36

Übersicht 31.
Berechnung der Verdauungskoeffizienten unter Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte.

	H_1		H_2		S_1		S_2	
	Roh- protein	Rein- protein	Roh- protein	Rein- protein	Roh- protein	Rein- protein	Roh- protein	Rein- protein
1. Bilanz	85,33	80,97	83,30	78,22	87,15	83,64	89,94	87,15
2. Bilanz	86,16	82,01	87,74	84,23	91,22	87,95	90,04	86,36
3. Bilanz	81,83	77,21	85,07	81,32	87,45	82,16	89,32	84,82
Desgleichen ohne Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte:								
1. Bilanz	77,99	72,53	74,59	68,17	77,04	68,98	83,49	84,54
2. Bilanz	77,53	70,27	78,79	70,82	82,35	74,69	83,08	74,13
3. Bilanz	78,12	71,56	76,32	68,60	82,15	74,31	84,59	76,21

5. Eosinversuche.

In ähnlicher Weise wie bei anderen Pferdefütterungsversuchen wurde auch von mir durch Eosin-Häckselgaben an die Bilanzpferde versucht, ein Urteil über

[1] W. Wöhlbier, Tierernährung **1** (1930) 426.

[2] E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere **3** (1930) 43.

[3] P. Ehrenberg u. H. Nieschling, Züchtungskde **10** (1935) 327.

die für den Durchgang der Futtermittel durch den Tierkörper erforderliche Zeit zu gewinnen. Die erhaltenen Werte gibt Übersicht 32.

Übersicht 32.

	Futter war beschaffen	Eosinhäcksel gegeben wann?	Erste Ausscheidung nach Stunden	Erste Ausscheidung nach Minuten	Letzte Ausscheidung nach Stunden	Letzte Ausscheidung nach Minuten
Pferde S_1	feucht	mittags	14	15	51	55
	feucht	abends	11	6	50	37
	trocken	abends	11	18	47	15
	trocken	abends	9	58	44	38
	trocken	abends	9	30	48	05
Pferd S_2	feucht	mittags	15	53	52	55
	feucht	abends	11	52	46	24
	trocken	abends	11	15	47	07
	trocken	abends	9	39	45	57
Pferd H_1	feucht	abends	11	22	50	59
	trocken	abends	11	28	50	19
	trocken	abends	10	33	50	03
	trocken	abends	11	30	45	50
Pferd H_2	feucht	abends	11	27	47	14
	trocken	abends	11	00	47	15
	trocken	abends	8	45	46	02

Soweit aus diesen Zahlen Ergebnisse abgeleitet werden können, was bei ihrer recht knappen Anzahl durchaus nicht zweifellos erscheint, sind es die folgenden:

Das feuchte Grünfutter scheint im allgemeinen eine etwas längere Zeit im Darm zu verweilen als das trocken verzehrte. Die ermittelten Durchgangszeiten für Grünfutter sind im allgemeinen etwas kürzere[1], als sie früher beobachtet wurden, vgl. F. Taubert[2] und H. H. Nietsch[3]. Daß man behaupten kann, daß das Futter der mit jüngerer Luzerne versorgten S-Pferde anders verdaut würde, d. h. also rascher oder langsamer den Darm durchwanderte, ist nach diesen Zahlen nicht anzunehmen. Dagegen möchte man, freilich mit großem Vorbehalt, die Ansicht vertreten, daß mittags verabfolgtes Eosinhäcksel später im Kot erscheint als abends gereichtes. Man möchte meinen, daß die Arbeitszeit von mittags bis abends der Weiterbewegung der Futtermassen im Darm von dessen Anfang an nicht so günstig ist wie die lange Ruhezeit von 6 Uhr abends bis 6 Uhr morgens. Freilich erscheinen die wenigen Bestimmungen mit Verabfolgung des Eosinhäcksels am Mittag durchaus noch nicht ausreichend, um irgendwie sichere Festlegungen zu gestatten.

[1] Man könnte dafür als Grund anführen, daß die von mir benutzten Grünfutterstoffe vielleicht etwas weniger Rohfaser enthielten.

[2] F. Taubert, Landw. Jb. **79** (1934) 849.

[3] H. Nietsch, Landw. Jb. **81** (1935) 860.

Zusammenfassung.

Bei einer aus etwa zur Hälfte aus grüner Luzerne und zur Hälfte aus Knaulgras und Unkräutern bestehenden Grünfütterung schwankte der Wassergehalt des Kotes bei Arbeitspferden um 80 Proz. Dabei scheint, daß der bei Tage ausgeschiedene Kot wasserärmer ist als der bei Nacht abgegebene. Die größte Kotmenge wird in der Nacht und am Vormittag abgeschieden, während die Ausscheidungen am Nachmittag gering sind. Die Pferde eines Gespannes haben meist ähnliche Kotzeiten.

Die jüngere grüne Luzerne zeigt deutlich bessere Verdaulichkeit bei allen Nährstoffen als die im allgemeinen nicht übermäßig viel ältere. Sondereigenschaften von Einzelpferden treten hinsichtlich der Verdauungskoeffizienten hervor.

Es zeigte:

Verdauungskoeffizienten für die	jüngere Grünluzerne	ältere Grünluzerne
Trockenmasse	65,64	58,45
Organische Masse	68,75	60,43
Rohprotein	82,11	77,22
Reinprotein.	75,48	70,32
Rohfaser	50,57	44,11
N-freie Extraktstoffe . . .	77,43	70,04
Reinasche	66,23	64,20

Ein bereits ein Jahr altes getrocknetes und gemahlenes Grünfutter wies nach einer mehrere Monate später durchgeführten Untersuchung nur noch eine geringe, wenn überhaupt eine Verminderung der Löslichkeit des Rohfettes auf. Im Kot war keine Löslichkeitsverminderung mehr wahrzunehmen.

Bei feuchtem Grünfutter wurde nicht, wie dies F. Taubert bei Verabfolgung von freilich nassem Grünfutter beobachten konnte, eine wesentliche Herabsetzung der Verdauung beobachtet. Allenfalls konnte eine Herabsetzung der Verdauung der Rohfaser von feuchtem Grünfutter um etwa 10 v. H. beobachtet werden.

Solange die Probenahme aus der Frischmasse bei Kot und Grünfutter nicht durch besondere verlustlose Zerkleinerung begünstigt werden kann, wird zumeist die Untersuchung aus der mit Vorsicht behandelten Trockenmasse günstiger zu beurteilen sein.

Bis auf weiteres ist eine Vernachlässigung der Stoffwechselprodukte bei Pferdefütterungsversuchen wohl vorzuziehen.

Durch Eosin-Häckselversuche scheint die Möglichkeit betont zu werden, daß feuchtes Grünfutter etwas länger im Darm verweilt als trockenes. Weiter mag die Ruhezeit vom Schluß der Arbeit bis zum anderen Morgen der Bewegung der Futterstoffe im Darm günstiger sein als die Arbeitszeit von Mittag bis Abend. Doch reichen die Untersuchungen für zuverlässige Angaben hierüber keineswegs aus.

Summary.

The water-content of the faeces of horses, which got a green feeding consisting of nearly equal parts of green alfalfa and grass (Dactylis glomerata), was vacillating about 80 per cent. It seems that the faeces as being excreted in the day-time are poorer in water than those as being excreted during the neight.

The biggest quantity of faeces is excreted in the night-time and in the forenoon, whilst the quantity is small in the afternoon. The horses of one team mostly have similar times of excretion.

Younger green plants of alfalfa distinctly showed a better digestibility of all nutrients than in general this was the case with plants, which are not much older than the first. Special qualities of single horses were to be noticed as to the digestion coefficients:

Digestion coefficients	Younger green alfalfa	Older green alfalfa
Dry Matter	65,64	58,45
organic matter	68,75	60,43
crude protein	82,11	77,22
pure protein	75,48	70,32
crude fiber	50,57	44,11
N-free extracts	77,43	70,04
pure ashes	66,23	64,20

A dried and ground green food, which had been stored for one year, at an examination some months later showed, that, if at all, only an insignificant diminution of the solubility of the crude fat had happened. In the faeces no diminution of the solubility was to be noticed.

No essential decrease of digestion was to be settled by moist green food, as this has been stated by F. Taubert with wet green food. Possibly a decrease of the digestion of crude fiber of moist green food of about 10 per cent could be established.

As long as the taking of the samples of faeces or of green food cannot be favoured by a special reducing to smallest parts without any losses, the analysis of a sample of dry matter, when cautiously prepared, is to be preferred.

Until further notice a neglect of the metabolism products is to be well recommended in feeding tests with horses.

By eosine chaff trials it seems to be possible to be demonstrated, that moist green food is staying somwehat longer in the intestines than dry food. Further the time of resting from the end of working till the next morning may be more favourable for motion of the foodstuffs in the intestines, than time of working from noon to evening. But the experiments are not yet certain enough for reliable statements.

Schrifttumsnachweis.

H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1933) 59. — H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1934) 77. — H. Blechschmidt, Landw. Jb. **77** (1933) 463. — P. Erenberg u. H. Nieschling, Z. Züchtungskde **10** (1935) 326. — P. Ehrenberg u. H. Nieschling, Z. Züchtungskde **10** (1935) 327. — P. Ehrenberg u. H. Nietsch, Landw. Versuchsstat. **125** (1936) 317. — H. Engler, Landw. Jb. **78** (1933) 462. — H. Günther, Landw. Jb. **80** (1934) 733/743. — K. Hötzel, Landw. Jb. **73** (1931) 993. — O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 8. Aufl, 1919. S. 647. — O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 8. Aufl. 1919. S. 34. — H. G. Müller, Landw. Jb. **73** (1930) 186. — H G. Müller,

Landw. Jb. **73** (1931) 195. — E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Bd. 3. 1930. S. 50. — E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Bd. 3. 1930. S. 148. — E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Bd. 3. 1930. S. 42. — E. Mangold, Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landwirtschaftlichen Nutztiere. Bd. 3. 1930. S. 43. — Niels Hansson, Fütterung der landwirtschaftlichen Haustiere. 1930. S. 37. — H. Nieschling, Landw. Jb. **80** (1934) 335. — H. Nieschling, Landw. Jb. **80** (1934) 505. — H. Nieschling, Z. Spiritusindustrie **36–38** (1934) 1. — H. Nieschling, Z. Züchtungsbiologie **32** (1935) 4. — H. Nietsch, Landw. Jb. **81** (1935) 574. — H. Nietsch, Landw. Jb. **91** (1935) 525. — H. Nietsch, Landw. Versuchsstat. **125** (1936) 311. — A. Scheunert, Pflügers Archiv **151** (1913) 396. — A. Scholz, J. Landw. **81** (1933) 329. — R. Steinhardt, Landw. Jb. **85** (1937) 280. — R. Steinhardt, Landw. Versuchsstat. **124** (1935) 125. — F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 173, 175, 185, 186, 188, 194, 200, 201. — F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **16** (1873) 99. — F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **21** (1878) 43. — F. Taubert, Landw. Jb. **79** (1934) 849. — E. v. Wolff, Landw. Jb. **8** (I. Erg.-Bd.) (1879) 104. — E. v Wolff, Landw. Jb. **13** (1884) 253. — W. Wöhlbier, Tierernährung **1** (1930) 426. — H. Wrede, zitiert nach F. Taubert, Tierernährung **6** (1934) 175. — H. Wrede, Landw. Jb. **75** (1932) 881.

Printed in Germany Großbuchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen (Anhalt)

Sonderdruck aus „Tierernährung“ 10 (1938) 481–495
Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., Leipzig

Überreicht vom Verfasser

(Aus dem Agrikulturchemischen und bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau.)

Beobachtungen über den Wasserhaushalt der Arbeitspferde bei Verfütterung von Grünfutter mit eingeweichten Trockenschnitzeln.

(Berechnung der Kalorienzahl, welche bei der Verdunstung des aufgenommenen Wassers verbraucht wird, und ihre Beziehung zum Gesamtenergiehaushalt des Pferdes.)

Von

Hans Wittig, Breslau.

(Eingegangen am 12. Oktober 1938.)

Während eines Fütterungsversuches mit Luzerne-Knaulgrasgemisch an landwirtschaftliche Arbeitspferde wurde der Wasserhaushalt der Tiere beobachtet.

Den Pferden S_1, S_2 und S_3 wurde jüngeres, den Pferden H_1, H_2 und H_3 älteres Grünfutter vorgelegt. Zugefüttert wurden 4–8 kg Trockenschnitzel und im ersten Teil des Versuches 1–2 kg Häcksel. Je 1000 kg Lebendgewicht beträgt die mittlere Grünfutteraufnahme bei den S-Pferden = 108 kg, bei den H-Pferden = 113 kg. Alle S-Pferde zusammen leisteten je 1000 kg Lebendgewicht 3,641 Mill/mkg Arbeit, alle H-Pferde 3,329. In diesen Zahlen sind die Kraftaufwendungen für Eigengewichtsbewegungen eingeschlossen. Alle S-Pferde zusammen nahmen 88 kg zu, alle H-Pferde 79 kg.

Der Gesamtwasserverzehr setzt sich zusammen aus:

1. Anhaft- und Vegetationswasser im Grünfutter;
2. Wassergehalt der Beifuttermittel;
3. Wasser zum Aufquellen der Trockenschnitzel.
4. Tränkwasser.

Das Oxydationswasser ist bei dem Gesamtwasserverzehr nicht berücksichtigt worden, sondern erst bei der Berechnung der Verdunstung.

Übersicht 1a. Wasserverzehr im Futter.

	S_1			S_2			S_3		
	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)
Woche: 2	278	4,4	—	301	2,7	—	327	2,2	—
3	318	4,1	—	329	2,7	—	373	2,1	—
4	310	4,1	—	315	3,4	—	304	3,5	—
5	328	3,7	—	333	3,7	—	326	3,4	—
6	439	3,4	—	422	3,4	—	405	3,4	—
7	365	3,4	—	312	3,4	—	328	3,4	—
8	408	4,1	—	363	4,1	—	380	4,1	—
9	325	4,5	—	270	4,4	—	331	4,5	—
10	305	4,5	—	283	4,5	—	332	4,5	—
Summa: . . .	3076	36,2	701,18	2928	32,3	638,36	3106	31,1	521,50
kg Wass. je Tag aufgenomm.	—	60,52	—	—	57,11	—	—	58,06	—

Übersicht 1b. kg Wasserverzehr im Futter.

	S_1			S_2			S_3		
	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)	Im Mittel der Woche wurde im Grünfutter Wasser aufgenommen (1)	Im Mittel der Woche wurde im Beifutter Wasser aufgenommen (2)	Zum Aufquellen der Trockenschn. wurde an Wasser verwendet (3)
Woche: 2	368	—	—	433	—	—	380	—	—
3	359	—	—	418	—	—	428	—	—
4	365	2,2	—	393	2,2	—	382	2,2	—
5	363	3,5	—	374	3,5	—	353	3,5	—
6	426	3,4	—	431	3,4	—	442	3,4	—
7	329	3,4	—	356	3,4	—	367	3,4	—
8	331	4,1	—	376	4,1	—	325	4,1	—
9	311	4,5	—	338	4,2	—	332	3,8	—
10	301	4,5	—	286	4,5	—	328	4,0	—
Summa: . . .	3171	25,6	521,30	3405	25,3	514,5	3337	24,4	492,10
kg Wass. je Tag aufgenomm.	—	61,48	—	—	65,05	—	—	63,49	—

Übersicht 2.
Tränkwasserverzehr in kg je Tag.

	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
Woche: 2	19,6	24,0	19,8	27,0	36,3	36,7
3	6,4	5,0	8,7	17,3	14,2	14,2
4	8,7	11,3	7,3	18,5	17,0	16,2
5	29,5	37,5	28,6	25,6	40,3	43,4
6	9,6	12,1	17,5	8,3	15,1	12,4
7	15,1	17,5	27,0	15,5	24,4	22,7
8	10,7	17,0	15,0	9,2	17,8	13,1
9	19,7	25,4	21,0	23,4	32,0	34,9
10	27,9	29,6	27,9	23,9	38,4	35,6
Mittel	16,3	19,9	19,2	18,7	26,2	24,3

Im Mittel aller S-Pferde = 18,5 kg; Im Mittel aller H-Pferde = 23,1 kg.

Übersicht 3.
Gesamtwasserverzehr der Pferde je Tag, im Durchschnitt des Versuches in kg.

	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
Wasser im Futter	60,52	57,11	58,06	61,48	65,05	63,49
Tränkwasser . .	16,30	19,90	19,20	18,70	26,20	24,30
Summa	76,82	77,01	77,26	80,18	91,25	87,79

Im Mittel aller S-Pferde = 77,03 kg; Im Mittel aller H-Pferde = 86,41 kg.

Die Tiere nahmen zwischen 76 und 91 kg Wasser auf. Dabei ist[1] zu unterscheiden zwischen dem im Futter zwangsläufig und dem im Tränkwasser freiwillig aufgenommenen Wasser. Der hohe Wassergehalt des Gesamtfutters ist bedingt durch die Verfütterung von Grünfutter und Trockenschnitzeln, die im Verhältnis von 1 : 2[2] in Wasser aufgequollen wurden. Durch dieses Zusamentreffen zweier wasserhaltiger Futtermittel ist die Wasseraufnahme im Futter höher als die bei F. Taubert[3].

Nach W. Lintzel[4] besteht kein Unterschied darin, ob Wasser in wasserreicher Nahrung oder als Tränkwasser aufgenommen wird.

[1] Der Gesamtwasserverzehr ist in meinem Versuch wesentlich höher als der in F. Tauberts Untersuchungen.

[2] Das Aufquellen der Trockenschnitzel mit Wasser im Verhältnis 1:1 hätte auch ausgereicht und wäre vorzuziehen gewesen. Die Pferde waren aber an sehr wässeriges Futter gewöhnt.

[3] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 144.

[4] In: Mangold, Handbuch der Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. **3** (1929) 360.

H. Wrede[1] ist anderer Meinung. — Der freiwillige Tränkwasserverzehr. der in meinem Versuch zwischen 26,2 und 16,3 kg liegt, deckt sich ungefähr mit den von F. Taubert[2] gefundenen Zahlen.

Der Gesamtverzehr von 76–91 kg ist als hoch zu bezeichnen, wenn man bedenkt, daß ein Pferd in Ruhe 20–30 kg Wasser verbraucht[3] und bei einer Hafer-Häcksel-Heufütterung ungefähr 50 kg Wasser zu sich nimmt[4].

Für die Tränkwasseraufnahme werden die verschiedensten Gründe genannt: Arbeitsleistung, Luftfeuchtigkeit usw. Aus meinen in Übersicht 2 niedergelegten Zahlen kann ich für die 1., 5., 9. und 10. Versuchswoche deutlich die Wirkung höherer Lufttemperaturen (und damit im allgemeinen auch niederer Luftfeuchtigkeit) sowie der Arbeitsleistung erkennen; während schlechtes Wetter (niedrige Temperatur, hohe Luftfeuchtigkeit) in Verbindung mit geringer Arbeitsleistung in der 3. Woche ganz geringe Tränkwasseraufnahme zur Folge hat.

In der 7. Versuchswoche ist trotz des Regens wahrscheinlich allein durch die Arbeitsleistung ein hoher Tränkwasserverzehr verursacht woden. Den Einfluß der Arbeitsleistung auf den Wasserverzehr stellte man sonst nur bei erheblichen Schwankungen in der Tagesarbeit fest[5].

Übersicht 4.

	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
Auf 1 kg Trock.-Masse nehmen die Pferde kg Wasser auf	3,79	4,07	3,97	4,18	4,52	4,44

Im Mittel aller S-Pferde 3,95 kg Wasser. Im Mittel aller H-Pferde 4,38 kg Wasser.

Übersicht 5.

Anteil des Wassergehalts des Kotes und des Harns an der Gesamtwasserabgabe (= 100 Proz.).

	S_1		S_2		H_1		H_2	
	Kot	Harn	Kot	Harn	Kot	Harn	Kot	Harn
1. Bilanz	44,03	21,86	35,32	30,00	48,69	28,45	45,32	26,13
2. Bilanz	29,98	40,26	26,47	42,67	31,29	39,56	30,65	38,90
3. Bilanz	23,97	32,29	18,49	37,67	29,00	30,68	27,81	31,75

[1] H. Wrede, Landw. Jb. **75** (1932) 901.

[2] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 144.

[3] H. Nitsche, Tierernährung **8** (1936) 244.

[4] R. Steinhardt, Landw. Versuchsstat. **124** (1935) 104.

[5] E. Wolff, Pferdefütterungsversuche über Verdauung und Arbeitsäquivalent des Futters; (1887) 270.

Die mit jüngerem Grünfutter ernährten S-Pferde nehmen auf 1 kg Trockenmasse 3,95 kg Wasser auf, die mit älterem Grünfutter ernährten Tiere 4,38 kg (Übersicht 3 und 4). O. Kellner[1] gibt auf 1 kg Trockenmasse beim Pferd 2–3 kg Wasser an. F. Taubert[2] kommt auf ähnlich hohe Werte wie ich.

Die Veränderungen im Anteil des Wassergehalts von Kot und Harn an der Gesamtwasserabgabe (Übersicht 5) hängen anscheinend mit dem Rohfasergehalt[3] des Futters zusammen. F. Taubert[3] kann ähnliche Zahlen angeben:

	Wasserausscheidung im Kot in Proz. der Gesamtwasseraufnahme	Wasserausscheidung im Harn in Proz. der Gesamtwasseraufnahme
Luzerne-Kleegemisch:		
1. Schnitt	45,9	29,7
3. Schnitt	28,8	39,2

In die Zeit der ersten Bilanz fielen sehr geringe Arbeitsleistungen der Pferde sowie höhere Luftfeuchtigkeit[4]. — Bei Betrachtungen über die Wasserverdunstung muß das der Oxydation des in der Nahrung enthaltenen Wasserstoffs[5] entstammende, meist nach Magnus Lewy[6] berechnete Oxydationswasser[6] berücksichtigt werden (Übersicht 6).

Übersicht 6.

Oxydationswasser entsteht aus dem Futter in kg

bei	S_1	S_2	H_1	H_2
1. Bilanz . . .	7,6	7,9	6,9	6,8
2. Bilanz . . .	8,1	7,4	7,7	8,1
3. Bilanz . . .	9,2	9,3	9,1	8,1

Im ganzen wurden zwischen 24,4 kg und 49,7 kg Wasser verdunstet (Übersichten 7–9). Die Zahlen von F. Taubert[7] liegen niedriger,

[1] O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere (1919) 185.

[2] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 143.

[3] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 152.

[4] H. Nitsche, Tierernährung 8 (1936) 255.

[5] E. Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 4, Bd. IX. 1925. S. 243.

[6] H. Nitsche, Tierernährung 8 (1936) 246.

[7] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 155.

Übersicht 7.

Anteil der Verdunstung an der Gesamtwasseraufnahme (= 100%) mit Berücksichtigung des Oxydationswassers.

	S_1	S_2	H_1	H_2
1. Bilanz . . .	34,11	34,68	22,86	28,55
2. Bilanz . . .	29,76	30,86	29,15	30,45
3. Bilanz . . .	43,74	43,84	40,30	40,44

Übersicht 8.

Verdunstung in kg

	S_1	S_2	H_1	H
ohne Berücksichtigung des Oxydationswassers				
1. Bilanz . . .	22,0	25,5	17,5	22,6
2. Bilanz . . .	24,6	24,0	22,9	27,7
3. Bilanz . . .	40,5	38,4	36,5	41,0
mit Berücksichtigung des Oxydationswassers				
1. Bilanz . . .	29,6	29,4	24,4	29,4
2. Bilanz . . .	32,7	31,4	30,6	35,8
3. Bilanz . . .	49,7	47,7	45,6	49,1

Übersicht 9.

(nur als Beispiel.)[1]

Verdunstung.

1. Bilanz H_1.

Datum	Wasser im Grünfutter kg	Tränkwasser kg	Gesamtwasseraufn. kg	Wasser im Kot kg	Harn l	Gesamtwasserabgabe kg	Verdunstg. kg
30./31.	57,7	11,2	68,9	40,4	20,9	61,3	7,6
31./1.	69,7	21,0	90,7	35,6	26,3	61,9	28,8
1./2.	76,4	6,0	82,4	39,2	28,9	68,1	14,3
2./3.	76,9	6,0	82,9	37,7	18,4	56,1	26,8
3./4.	42,2	18,0	60,2	35,6	24,2	59,8	0,4
4./5.	68,5	—	68,5	36,4	18,6	55,0	13,5
5./6.	56,1	34,5	90,6	32,1	17,5	49,6	41,0
6./7.	40,5	28,5	69,0	41,6	19,9	61,5	7,5
Mittel:	—	—	76,6	37,3	21,8	59,1	17,5
Prozent:	—	—	100	48,69	28,45	77,14	22,86

[1] Die anderen Zahlenreihen außer dieser und der von 1. Bilanz S_1 sind aus Raummangelgründen fortgelassen worden.

was durch die geringere Gesamtwasseraufnahme erklärlich ist. Ich finde zum Beispiel:

1. Bilanz: Regen, hohe Luftfeuchtigkeit, kühl, Arbeit der Pferde nur halbtags; Ergebnis: geringe Verdunstung.
2. Bilanz: Regen, wahrscheinlich hohe Luftfeuchtigkeit, kalt, Arbeit der Pferde ganztägig; Ergebnis: Verdunstung größer.

1. Bilanz S_1.

Datum	Wasser i. Grünfutter kg	Wasser in Trock.-schn. kg	Wasser im Häcks. kg	Tränkwasseraufn. kg	Ges.-wasseraufn. kg	Wasser im Kot kg	Harn l	Ges.-wasserabgabe kg	Verdunstung kg
30./31.	38,4	8,3	Ist	12,5	59,2	31,6	20,6	52,5	6,7
31./1.	48,3	8,3	ver-	15	71,6	20,2	14,2	34,4	37,2
1./2.	51,2	8,3	nach-	—	59,5	27,8	15,6	43,4	16,1
2./3.	70,2	8,3	lässigt,	7	85,5	29,6	12,6	42,2	43,3
3./4.	44,9	8,3	da zu	4	57,2	28,0	8,9	36,9	20,3
4./5.	55,2	8,3	gering	—	63,5	28,6	13,1	41,7	21,8
5./6.	39,7	8,3		12	60,0	31,6	11,7	43,3	16,7
6./7.	39,1	8,3		11	58,4	30,1	16,0	46,1	12,3
Mittel:	—	—	—	—	64,5	28,4	14,1	42,5	22,0
Prozent:	—	—	—	—	100	44,03	21,86	65,89	34,11

3. Bilanz: heißes, trockenes Wetter, Arbeitsleistung ganztägig; Ergebnis: Verdunstung noch größer.

Dieses Ergebnis deckt sich mit dem von F. Taubert[1] und ähnelt dem von H. Toepsch[2].

Der Zweck der nun folgenden Berechnung ist es, erstmalig ein ungefähres Bild über die Höhe des Energieverbrauches zu geben, den das Wasser im Körper der Grünfutter-Pferde vielleicht verursacht.

Es kann sich dabei natürlich nur um eine ungefähre rechnerische Ermittlung handeln, die geeignet wäre, annähernd einen Hinweis zu bieten, ob und wie weit etwa die Wasseraufnahme besondere Energieaufwendungen beim Pferde bedingt, wenn sie, wie bei Grünfutterverabreichung, noch dazu unter Zulage eingequollener Trockenschnitzel eine nicht unerhebliche Höhe erreicht. Wirklich sichere Ergebnisse können, falls sich eine derartige Prüfung als erwünscht herausstellen sollte, nur in besonders hierzu angelegten umfangreichen Versuchen erreicht werden, wobei ja immer die Schwierigkeit besteht, daß im üblichen

[1] F. Taubert, Landw. Versuchsstat. **121** (1934) 152.
[2] H. Toepsch, Landw. Versuchsstat. **127** (1936) 155.

Respirationsapparat, auch dem von N. Zuntz mit Einrichtungen für die Bewegung der Pferde geschaffenen[1], eine eigentliche Nutzarbeit des Pferdes kaum zustande kommt, so daß die Versuche unter von denen der Betätigung in der landwirtschaftlichen Praxis stark abweichenden Umständen ausgeführt werden. Man kann wohl Mastvieh und auch Milchvieh, wie dies O. Kellner und H. Möllgaard ermöglichten, im Respirationsapparat halten und beobachten. Man kann aber bislang Arbeitstiere und zumal Pferde nicht im Respirationsapparat unter Bedingungen beobachten, welche sich ausreichend an ihre Haltung anglichen. — Doch zurück zu unserer Besprechung:

Es wird sich darum handeln, zunächst festzustellen, wieviel Kalorien die Pferde bei unseren Versuchen in verwertbarer Form aufgenommen haben und wieviel davon als Verlust gerechnet werden muß (Übersicht 10). Weiter müssen die Arbeitsleistungen der Pferde nach der für sie erforderlichen Kalorienmenge berechnet werden, also aus Meterkilo-

Übersicht 10.

Umrechnung der aufgenommenen Nährstoffe in Kalorien.

Pferde	H_1	S_1	H_2	S_2	H_3	S_3
1. Bilanz:						
Stärkewert je Tag im Mittel	5139	8445	5970	7709	6122	8205
Physiologischer Nutzwert desselben (je g verd. Nährstoffe = 3,96 Kal.)[2] .	20350	33442	23641	30528	24243	32492
Abzug für den Kalorienverbrauch b. Kauen und Verdauen (9 Proz.)[2]. .	1832	3010	2128	2748	2182	2924
Also zur Produktion verfügbar . . .	18518	30432	21513	27780	22061	29568
2. Bilanz:						
Stärkewert je Tag im Mittel	7929	10275	8364	9164	8537	9497
Physiologischer Nutzwert desselben (je g verd. Nährstoffe = 3,96 Kal.) . .	31399	40689	33121	36289	33807	37608
Abzug für den Kalorienverbrauch b. Kauen und Verdauen (9 Proz.) ..	2826	3662	2980	3266	3043	3385
Also zur Produktion verfügbar . . .	28573	37027	30141	33023	30764	34223
3. Bilanz:						
Stärkewert je Tag im Mitte	8493	8891	8187	8447	8672	9445
Physiologischer Nutzwert desselben (je g verd. Nährstoffe = 3,96 Kal.) . .	33632	35208	32421	33450	34341	37402
Abzug für den Kalorienverbrauch b. Kauen und Verdauen (9 Proz.) . .	3027	3169	2918	3011	3091	3366
Also zur Produktion verfügbar . . .	30605	32039	29503	30439	31250	34036

[1] N. Zuntz u. G. Lehmann, Landw. Jb. **18** (1889) 1.

[2] Nach N. Zuntz u. O. Hagemann, Landw. Jb. **27** (Erg.-Bd. 3) (1898) 428.

grammen in Kalorien umgewandelt werden (Übersicht 11). Daran schließt sich die Ermittlung der Kalorien, die für den bei den Pferden beobachteten Ansatz nötig waren.

Beim Ansatz nehme ich an, daß er 75% Trockenmasse enthält. Die Pferde waren ausgewachsen, nicht tragend, so daß man erwarten durfte, daß etwaiger Ansatz im wesentlichen Fett sein würde. Wir

Übersicht 11.

Zur Leistung der Arbeit der Pferde wurden Kalorien verbraucht.

Pferde	H_1	S_1	H_2	S_2	H_3	S_3
1. Bilanz: mkg je Tag und Tier geleistet .	1060000	1035000	1100000	1076000	1283000	1242000
Dazu wurden Kalor. verbraucht	2494	2435	2588	2532	3019	2922
2. Bilanz: mkg je Tier und Tier geleistet .	1276000	1262000	1235000	1216000	1040000	1009000
Dazu wurden Kalor. verbraucht	3002	2969	2906	2861	2447	2374
3. Bilanz: mkg je Tag und Tier geleistet .	1201000	1179000	1604000	1585000	1543000	1469000
Dazu wurden Kalor. verbraucht	2826	2774	3774	3729	3631	3520

hätten somit gewissermaßen eine Mast ausgewachsener Tiere vor uns, für welche mit einem etwa 75% Trockenmasse betragenden Ansatz zu rechnen sein dürfte. Von dieser Ansatztrockenmasse rechne ich wieder 80% als Fett, 15% als eiweißartiges Bindegewebe und 5% als Asche. Fett wird zu etwa 9,5 Kal gerechnet werden je Gramm[1], Bindegewebe zu 5,68 Kal[2].

Derart ergeben sich die auf der folgenden Übersicht zusammengestellten Zahlenwerte.

Bei Körpergewichtsabnahme der Pferde ist für die Wärmewertberechnung später die diesbezügliche Kaloriensumme als vom Körper noch geliefert zuzurechnen. Sonst, bei Körpergewichtszunahme, ist sie vom Futter geliefert und sonach von der Summe der für die Erzeugung verfügbaren Kalorien abzuziehen.

[1] Nach Stohmann, Z. Biologie **31** (1895) 376.

[2] Auch O. Kellner rechnete mit dieser Zahl bei kleinen Anteilen von Fleisch, die wohl nur etwa die Bedeutung des Bindegewebes besaßen. Vgl. Landw. Versuchsstat. **53** (1900) 45/46.

Übersicht 12. Berechnung der Kalori

	1. Bilanz					
	H_1	S_1	H_2	S_2	H_3	S
Zu- oder Abnahme je Tag . . . . . g	2428	1430	1430	1300	2140	—
75 Proz. davon Trockenmasse . . . . . g	1821	1073	1073	975	1605	—
Davon 80 Proz. Fett . . . . . g	1457	858	858	780	1284	—
Davon 15 Proz. Bindegewebe . . . . . g	273	161	161	146	241	—
Also Fettkalorien	13841	8151	8151	7410	12198	—
Also Bindegewebs-Kalorien	1551	915	915	829	1369	—
Insgesamt Kalorien	15392	9066	9066	8239	13467	—
Also abzuziehen	15392	9066	9066	8239	13467	
Also zuzuzählen	—	—	—	—	—	

Übersicht 13. Zur Wassererwärmung und Verdunst

	1. Bilanz			
	H_1	S_1	H_2	S_2
Tägliche Wasseraufnahme . . . . . kg	76,6	64,5	79,2	
Zur Erwärmung Kalorien[1]	1838	1548	1911	14
Verdunstung . . . . . %	22,86	34,11	22,60	21,
Verdunstung . . . . . g	17510	22000	17899	133
Zur Verdunstung Kalorien[2]	10366	13024	10596	78
Gesamtkalorienverbrauch	12204	14572	12507	93

Auf Grund der so gegebenen Zusammenstellung können die Aufwendungen der Tiere an Energie für die Arbeit, den Ansatz, bzw. der Energiegewinn durch Körpergewichtsabnahme ermittelt werden, und weiter die Berechnung der aus der Verdauungsarbeit wie Arbeitsleistung abfallenden Mengen von Wärme erfolgen, so daß man derart zu beurteilen vermag, was noch außer den Ansprüchen der Lebenserhaltung für die Wasserverdunstung (vgl. Übersicht 13) verfügbar bleibt, bzw. was als Überschuß aus dem Körper zu decken ist (vgl. Übersicht 14, S. 492/93).

Die sich derart ergebenden, zum weitaus überwiegenden Teil Fehlbeträge darstellenden Kalorienmengen sind indes noch bei weitem nicht als richtig hinzunehmen. Zunächst besteht bei dem ziemlich wasserreichen Futter durchaus die Möglichkeit, daß recht erhebliche

[1] Um 50 kg Wasser von 15° auf Bluttemperatur zu bringen, sind 1200 Kal. notwendig. O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere 1919. S. 186.

[2] Um 1 g Wasser in Dampf abzugeben, verbraucht das Tier nach O. Kellner (a. a. O., 1919, S. 101) 0,592 Kal.

lche für den Ansatz verbraucht werden.

		2. Bilanz				3. Bilanz					
H_1	S_1	H_2	S_2	H_3	S_3	H_1	S_1	H_2	S_2	H_3	S_3
30	—	1000	— 286	1300	—143	714	1000	— 430	570	— 430	143
23	—	750	— 215	975	—107	536	750	—323	428	— 323	107
58	—	600	— 172	780	— 86	428	600	— 258	342	— 258	86
49	—	113	— 32	146	— 16	80	113	— 49	64	— 49	16
51	—	5700	—1634	7410	—817	4066	5700	—2451	3249	—2451	817
78	—	642	— 182	829	— 91	454	641	— 278	363	— 278	91
29	—	6342	—1816	8239	—908	4520	6341	—2729	3612	—2729	908
29	—	6342	—	8239	—	4520	6341	—	3612	—	908
—	—	—	1816	—	908	—	—	2729	—	2729	—

ırden Kalorien verbraucht.

2. Bilanz				3. Bilanz			
H_1	S_1	H_2	S_2	H_1	S_1	H_2	S_2
98,4	88,8	91,0	77,8	88,4	100,0	101,4	87,6
2362	2131	2184	1867	2112	2400	2434	2102
17,30	27,90	27,70	24,00	36,50	49,70	41,00	43,84
17023	24775	25207	18672	32266	49700	41570	38400
10078	14847	14923	11052	19112	29422	24609	22732
12440	16978	17107	12919	21224	31822	27043	24834

Anteile des Körperansatzes aus Wasser bestehen. Natürlich läßt sich das aber rechnerisch in keiner Weise ermitteln. Deshalb klafft in meiner Berechnung hier eine Lücke, deren Größe zunächst nicht abzumessen ist, und die wohl mehrere Tausende von Kalorien umfassen kann. Nur die Pferde, welche Abnahme des Körpergewichts oder keine Zunahme und keine Abnahme aufweisen, stellen in dieser Hinsicht weniger angreifbare Zahlenwerte heraus, obwohl auch hier Verschiebungen im Wassergehalt des Körpers möglich erscheinen. Die Kalorien für die Arbeitsleistung einschließlich Eigenbewegung dürften mehr Sicherheit aufweisen, obwohl auch hier zumal die für die letzte angenommenen Kalorienwerte noch ohne Berücksichtigung der wechselnden Gang- bzw. Fahrbahn angesetzt sind und daher auch Unsicherheiten in sich bergen. Die Annahme, daß für die Erzeugung einer Arbeitsleistung ungefähr deren dreifacher Kalorienbetrag im Körper benötigt wird, ist gewiß eben nur in großen Umrissen als wahrscheinlich anzunehmen. Wie weit dabei die für die Erhaltung erforderliche Kalorienmenge verändert wird, ist mit Sicherheit nicht anzugeben. Unter diesen Umständen ist die von mir durchgeführte Berechnung noch stark fehler-

Übersicht 14. Abschließen

Verwendet vom Tier in Kalorien	Bilanz 1			
	H_1	S_1	H_2	S_2
Nährstoffe aufgenommen zur Produktion verfügbar	18518	30432	21513	27780
Abzüglich für Ansatz bzw. zuzüglich für Abnahme	15392	9066	9066	8239
Geleistet an Arbeit	2494	2435	2588	2532
Bedarf zu deren Erzeugung (3fache Menge)	7482	7305	7764	7596
Bleibt übrig zur Produktion	— 4356	14061	4683	11945
Ab für Lebenderhaltung[1]	14485	14420	14752	13837
Bei einem Lebendgewicht in kg	611	569	582	546
Bleibt Rest an Produktionsmöglichkeit	—18841	— 359	—10069	— 1892
Bedarf an Kalorien für die Wasserverdunstung	12204	15290	14572	14216
Davon bereits gedeckt im Erhaltungsfutter für eine Wasseraufnahme von 30 l und für eine Verdunstung von 10 Proz. davon	2496	2496	2496	2496
Gedeckt durch thermische Energie aus[2]:				
1. Arbeitsleistung	4988	4870	5176	5064
2. Kau- u. Verdauungsarb., voller Betrag	1832	2128	3010	2748
Im ganzen schon gedeckt	9418	9494	10682	10308
Noch zu deckende Energie für Wasserverdunstung	2786	5796	3890	3908
Ergebnis: Fehlbetrag oder Überschuß an Kalorien	—21627	— 6155	—13959	— 5800

behaftet. Das geht deutlich daraus hervor, daß meine Abschlußwerte zumeist Fehlbeträge, und zwar von erheblicher Höhe, ergeben. Das dürfte indes nicht der Fall sein, da die Tiere mit wenigen Ausnahmen Körpergewichtszunahmen aufweisen. Meine Berechnung nimmt auch wirkliche Richtigkeit nicht für sich in Anspruch, soll vielmehr nur den Weg eines ersten Versuches darstellen, der erst nach wesentlich weiterem Ausbau vielleicht Aussichten auf Richtigkeit bietet. Ich möchte dabei auch noch darauf hinweisen, daß die ziemlich starke Eiweißfütterung an die Versuchspferde höchst wahrscheinlich einen stärkeren Umsatz im Körper hervorgerufen hat und damit verbunden eine vermehrte Wärmeerzeugung.

[1] Nach Zuntz u. Hagemann verbraucht ein 500 kg schweres Pferd 12672 Kal. zur Erhaltung; aus K. Meier: Über Futter und Leistung unserer Armeesaumpferde. Landw. Jb. d. Schweiz **1919**.

[2] Von der für Arbeitsleistung verwerteten Nahrung wird etwa ein Drittel in nutzbare Kraft umgesetzt. Zwei Drittel gehen in Wärme über. Es müssen also an Wärme die doppelten Kalorienzahlen geliefert werden, wie sie an Kraftleistung zur Messung gelangten.

ergieberechnung.

Bilanz 2				Bilanz 3			
H_1	S_1	H_2	S_2	H_1	S_1	H_2	S_2
8573	37027	30141	33023	30605	32039	29503	30439
2729	—	6342	— 1816 34839	4520	6341	— 2729 32232	3612
3002	2969	2906	2861	2826	2774	3774	3729
9006	8907	8718	8583	8478	8322	11322	11187
6838	28120	15081	26256	17607	17376	20910	15640
5333	14851	14902	14243	15485	14851	14902	14141
605	586	588	562	611	586	588	558
1505	13269	179	12013	2122	2525	6008	1499
2440	16978	17107	12919	21224	31822	27043	24834
2496	2496	2496	2496	2496	2496	2496	2496
6004	5938	5812	5722	5652	5548	7548	7558
2826	3662	2980	3266	3027	3169	2918	3011
1326	12096	11288	11484	11175	11213	12962	13065
1114	4882	5819	1435	10049	20609	14081	11769
391	+ 8387	— 5740	+10578	— 7927	—18084	— 7073	—10270

Obwohl somit meine vorstehende Berechnung in ihrem Endergebnis noch nicht als richtig, sondern nur als hinweisend betrachtet werden kann, ist doch nach einer anderen Richtung vermutlich ein brauchbares Ergebnis derselben vorhanden. Dies gilt für die für die Verdunstung erforderlichen Kalorien. Die den Kalorienbedarf für die Verdunstung angebenden Zahlen werden vermutlich einigermaßen den Tatsachen entsprechen, denn da Wasseraufnahme und Wasserabgabe ausreichend sicher festliegen, ist auch die Verdunstung bekannt. Ebenso werden die Zahlenwerte für die Deckung des Kalorienbedarfs der Verdunstung nicht allzuviel Beanstandungen finden. Dann ergibt sich aber immerhin mit leidlicher Zuverlässigkeit, daß die Abwärme sowohl der Kau- und Verdauungsarbeit wie der Arbeitsleistung und ebenso die Berücksichtigung der bei bloßer Lebenderhaltung verdunsteten Wassermenge in keinem Fall ausreichen, die bei unseren naß gefütterten Arbeitspferden vorhandene Wasserverdunstung zu ermöglichen. Es müßte noch aus anderer Quelle Wärme für die Verdunstung verfügbar gemacht werden. Das kann, wie gesagt, eine Wärmemehrung als Folge

verstärkter Eiweißfütterung sein, wie sie bei einer Grünfütterung, und zwar mit Luzerne-Knaulgras, wie wir sie durchführten, zu erwarten sein dürfte. Es kann aber auch andere vom Futter gelieferte Energie herangezogen werden. — Auf alle Fälle — und das suchte ich wenigstens nach den für mich vorhandenen Möglichkeiten dem Leser näherzu bringen — sind bei stark wasserreicher Fütterung an Arbeitspferde nicht nur vielleicht vom gesundheitlichen Standpunkt Bedenken zu erheben. Es dürfte vielmehr die Wahrscheinlichkeit vorliegen, daß wasserreiche Fütterung bei Pferden die Ursache dafür abgibt, daß für die Verdunstung des Wassers Futterenergie herangezogen werden muß, die sonst nutzbringend für die Kraftleistung der Tiere verwendet werden könnte.

Da die wasserreiche Pferdefütterung aber auch aus gesundheitlichen Gründen zweifellos bedenklich erscheinen muß, so dürfte sich schon jetzt alle Veranlassung ergeben, dieselbe, die sich in der landwirtschaftlichen Praxis gar nicht selten findet, abzulehnen und auf ihre Abschaffung hinzuwirken. Man sollte versuchen, das durch das Futter den Pferden gewissermaßen zwangsweise zugeführte Wasser so knapp zu bemessen, als dies die Verhältnisse nun einmal gestatten. Das darf natürlich nicht hindern, daß, zumal an heißen Tagen, den arbeitenden Pferden auch außerhalb der Fütterungszeiten Wasser zur freiwilligen Aufnahme dargeboten wird. Für unrichtig halte ich nur eine für die Pferde unvermeidliche Wasserzufuhr in nassem Futter. Trockenschnitzel sollen nur mit wenig Wasser eingequollen werden, etwa im Verhältnis 1 : 1. Grünfutter ist jedenfalls nicht für längere Zeit beregnet zu verabreichen, man biete dann lieber, wenn die feuchte Witterung anhält, die Hälfte des Nährstoffgehaltes des Grünfutters in Form von Heu, bis die Witterung sich gebessert hat. Ähnliches gilt von nasser Weide, wobei außerdem die Sandaufnahme bedenklich sein kann. — Hoffendlich finden die hier vorliegenden Fragen in nicht allzu langer Frist gründliche Durcharbeitung und sicherere Ermittlung.

Zusammenfassung.

Bei Fütterungsversuchen mit älterem und jüngerem Gemisch von Luzerne mit Knaulgras unter Beifütterung von ziemlich naß eingeweichten Trockenschnitzeln ergab sich, daß die Abwärme der Arbeitsleistung ebensowenig wie die der Kau- und Verdauungsarbeit genügt, die Verdunstung des reichlich in den Körper gelangten Wassers zu ermöglichen. Auch eine beim Erhaltungsfutter einzurechnende Wasserverdunstung vermag zuzüglich die gesamte Wasserverdunstung nicht zu decken. Recht namhafte Anteile — je nach der aufgenommenen Wassermenge — müssen durch sonst vermutlich für Kraftleistungen oder

Körperansatz verwendbare Nährstoffanteile aus dem Futter zur Verdunstung gebracht werden. Somit wird auch, abgesehen von gesundheitlichen Gründen, der Nährstoffausnutzung halber jede unnötige Wasserzufuhr im Futter, die also das Pferd gewissermaßen zur Aufnahme zwingt, zu vermeiden sein. Das soll Wasserdarbietung zur freiwilligen Aufnahme in Form reinen Tränkwassers mit höchstens etwas Häckselbeifügung, um zu rasches Saufen zu verhindern, natürlich nicht ausschließen, ganz besonders nicht im heißen Sommer und bei schwerer Arbeit.

Summary.

Feeding trials with older or younger mixture of alfalfa with cock'sfoot-grass (Dactylis glomerata) and under addition of soaked dried cuttings being rather wet, resulted, that the warmth formed at working or by chewing or digestion was not great enough to effect the evaporation of the larger quantities of water as taken in with the food by the animals. Neither a further evaporation of water coming from the food for maintenance is able to cover the total water evaporation. Considerable shares — even as to the quantity of water as taken in — must be evaporated by nutrients out of the food, which in another cas would have been able to be utilized for mechanical effects or for gain of live weight. Therefore, apart from reasons of healthiness, each unnecessary intake of water within the food, the horse will to be forced to, must be avoided. But a spontaneous intake of water under the form of pure water or mixed with some chopped straw for evitating too hasty a drinking, shall not be stopped, especially not in summer and when the horses are working hardly.

Printed in Germany Großbuchdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen (Anhalt)

H. Wittig-Breslau

Zur Verfütterung von jungem und altem Grünfutter (Luzerne-Knaulgrasgemisch) an landwirtschaftliche Arbeitspferde*)

Zugleich ein Hinweis auf die Wirkung stark eiweißreicher Fütterung

Aufgabe dieser Arbeit ist, Pferde bei Verfütterung von jungem und altem Grünfutter zu beobachten, Leistungen, Gesundheitszustand, Bedeutung des zuzufütternden Kraftfutters zu ermitteln und die Verdaulichkeit des Grünfutters festzustellen[1]). Derart soll versucht werden, mit anderen bereits ausgeführten oder noch zu unternehmenden Untersuchungen dazu beizutragen, daß die Grünfütterung an Pferde in der landwirtschaftlichen Praxis planmäßiger und in möglichst zweckentsprechender und erfolgreicher Weise durchgeführt werden kann.

I. Versuchsvoraussetzungen

Versuchsgut

Der Fütterungsversuch wurde auf dem Gut Stiebendorf der Herrschaft Oberglogau durchgeführt. Dem Besitzer, Herrn Reichsgrafen H. W. von Oppersdorff, sei nochmals mein aufrichtiger Dank für die Erlaubnis zur Durchführung des Fütterungsversuches ausgesprochen.

Stiebendorf, 350 ha groß, besitzt leichten bis mittelschweren Boden, Untergrund Sand und Kies. Das Gelände ist wellig, auch liegen die Felder nicht gleichmäßig günstig um den Gutshof herum. Die wesentlichen Entfernungen stellen sich auf 1,5 km und mehr. Dadurch werden die Feldwege (mittelgut) und die aus Teer und Kleinsteinpflaster bestehenden Straßen (sehr gut) besonders wichtig. Eine Kraftmaschine übernimmt einen großen Teil der Acker- und Mäharbeiten, findet aber für den Straßenzug im allgemeinen keine Verwendung. Auf ein Gespann entfallen 112 Morgen landwirtschaftlich genutzter Fläche oder 106 Morgen Acker.

Den natürlichen Bedingungen entsprechend ist der Anteil des Kartoffelbaues (23 %) und der Winterung (33 %) hoch; Wiesen (2,5 %) und Weiden (3,5 %) sind sehr knapp. Das Grünfutter für die Sommerstallfütterung des Rindviehs, für die Zuchttiere im Schweinestall und die Arbeitspferde muß durch Feldfutterbau (14,5 %), Zwischenfruchtbau und Stoppelsaaten gedeckt werden. Unter den Futterpflanzen nehmen Rotklee (5 %) und Luzerne (9 %) eine wichtige Stellung ein. Im Winter sind Kartoffeln die Futtergrundlage, entweder in unmittelbarer

*) Aus dem Agrikulturchemischen und Bakteriologischen Institut der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Breslau.

[1]) Taubert: Landw. Jb., Berlin, **79**, 1934, 849.

Verfütterung oder über die Brennerei. — Die im Versuch verfütterte Luzerne wurde gemäht auf: Schlag 1: 1930 angesät mit 8 kg ungarischer Luzerne und ½ kg Knaulgras nach Sommergerste ohne Überfrucht. Düngung je ¼ ha: 2,5 dz Kalkmergel, 1 dz Thomasmehl, 0,5 dz 40 % Kalisalz. Jedes weitere Jahr noch: ½ dz Thomasmehl und ¼ dz 40 % Kalisalz.

Schlag 7: 1935 angesät mit 10 kg ungarischer Luzerne nach Wintergerste ohne Überfrucht. Düngung entsprechend.

Die Luzerne beider Felder ist vom Rostpilz (uromyzes striatus bzw. uromyzes trifolii) befallen. Schlag 1 ist von Knaulgras erheblich überwuchert, Schlag 7 stark verrast.

In den Erntemonaten Juli und August wurde die seit Jahren weitaus größte Regenmenge gemessen.

Übersicht 1: **Witterung während des Versuches 1936**

Versuchswoche	Tage				Temperatur im Freien			Temperatur im Pferdestall					
								früh		mittags		abends	
	trüb	Regen	½ trüb ½ Regen	schön	früh	mittags	abends	Höchst-	Mindest-	Höchst-	Mindest-	Höchst-	Mindest-
1.	1	1	1	4	21	25	23	24	21	21	21	22	21
2.	2	1	1	3	22	28	—	24	21	23	20	24	21
3.	—	3	4	—	16	24	20	22	17	22	17	22	17
4.	—	—	7	—	16	25	19	21	17	21	17	20	17
5.	1	—	1	5	18	30	21	22	20	22	18	23	19
6.	—	—	6	1	19	20	17	21	16	20	17	19	15
7.	—	2	1	4	14	18	15	25	17	22	15	21	16
8.	—	2	3	2	12	19	13	20	15	20	14	19	14
9.	1	—	—	6	10	21	12	20	14	19	14	20	15
10.	—	—	—	7	15	21	19	24	17	21	17	22	18

Stall

Wirtschaftspferde und Versuchspferde waren gemeinsam untergebracht. Der Stall liegt in Nordsüdrichtung, steht auf Sand und ist mit unbehauenen Kopfsteinen gepflastert. Jedes Gespann frißt gemeinsam aus einer Krippe und Raufe. Stände 2,3 m mal 1,8 m, Stallgasse 1,7 m breit. Der Stall ist hell, über den Raufen befinden sich die Fenster, zur Entlüftung sind neben diesen noch 13 Luken durch die Wand geschlagen.

In den Ständen wurden zwischen den Versuchspferden Bretterwände gezogen, die Krippen und die Raufen geteilt und erste durch schmale Leisten erhöht. Die geteilten Raufen waren aber für die große Futtermasse zu klein, so daß diese sich in schwülen Nächten leicht erwärmte. Die Pferde, die zu einem Gespann gehörten, wurden nicht wie bisher nebeneinander, sondern sich gegenüber aufgestellt. Zwischen dem zweiten und dritten Gespann war auf jeder Seite ein Stand frei, wo die täglich gebrauchten Versuchsgegenstände, allerdings ohne Verschluß, untergebracht waren. Beleuchtung: Petroleumlampen.

Pferde

Die drei Versuchsgespanne (Übersicht 2) wurden in zwei Gruppen geteilt; innerhalb je eines Gespannes fraßen die Sattelpferde junge Luzerne, die Handpferde ältere Luzerne.

Übersicht 2

Gespann	Bezeichnung	Geschlecht	Geburtstag	Aufzucht
I	H_1	Wallach	9. 6. 1931	1 Jahr im Stall 2 Jahre in Koppel
	S_1	Wallach	25. 5. 1930	desgleichen
II	H_2	Wallach	15. 4. 1930	desgleichen
	S_2	Stute	28. 4. 1929	desgleichen
III	H_3	Stute	20. 3. 1924	im Stall mit Auslauf
	S_3	Stute	28. 2. 1925	im Stall mit Auslauf

Die Tiere eines Gespannes stimmten sehr gut überein, sämtlich entstammen sie einer Kreuzung von Oldenburgern mit belgischem Halbblut. S_1, S_2, S_3 und H_2 sind feiner im Bau, die andern beiden gröber.

Zeitraum:	Früheres Futter je Stück vor Versuchsbeginn
Mai—Juni .	2 kg Hafer
	0,5 kg Trockenschnitzel
	2 kg Heu, und Grünfutter satt
Ende Juni .	2 kg Hafer
	0,5 kg Trockenschnitzel, und Grünfutter satt
Mitte Juli .	4 kg Gersthafer
	2 kg Trockenschnitzel
	7,5 kg Heu

Dann Beginn der Versuchszeit, in der die Versuchspferde Maulkörbe trugen.

Übersicht 3. **Nährstoffgehalt der jungen Luzerne in Hundertteilen der lufttrockenen Masse**

Woche:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Tag*):	21./23. 7.	24./29. 7.	30. 7. bis 7. 8. Erste Bilanzwoche	8./16. 8.	17./28. 8.	29. 8. bis 6. 9. Zweite Bilanzwoche	7./10. 9.	11./15. 9.	16./24. 9. Dritte Bilanzwoche
Wasser	7,80	8,10	7,28	7,57	8,19	8,94	8,11	7,79	8,68
Trockenmasse	92,20	91,90	92,71	92,43	91,81	91,06	91,89	92,21	91,32
Organische Masse	82,90	83,55	83,64	82,81	80,75	79,85	81,54	82,94	81,29
Rohprotein	17,78	17,24	19,36	20,11	20,38	19,50	18,63	19,84	22,41
Reinprotein	15,79	13,07	15,22	15,61	15,97	14,11	14,79	15,74	15,86
Rohfett	2,12	1,80	2,66	2,81	2,26	1,61	2,93	3,02	2,52
Rohfaser	29,70	30,83	28,24	22,55	21,30	26,47	26,79	22,18	20,86
Rohasche	9,30	8,35	9,07	9,62	11,06	11,22	10,35	9,27	10,03
Sand	1,85	1,28	1,40	2,28	1,04	1,72	2,07	1,77	0,63
Reinasche	7,45	7,07	7,67	7,34	10,02	9,50	8,28	7,50	9,40
N-freie Extraktstoffe	33,30	33,68	33,38	37,34	36,81	32,26	33,19	37,90	35,50

*) Infolge der Bilanzen erstrecken sich die „Wochen" zum Teil auf mehr als sieben Tage, zum Teil auf weniger. Es handelt sich also mehr um Versuchsabschnitte.

Übersicht 4. **Nährstoffzusammensetzung der alten Luzerne in Hundertteilen der lufttrockenen Masse**

Woche:	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Tag:	21./22. 7.	23./29. 7.	30. 7. bis 7. 8.	8./16. 8.	17./28. 8.	29. 8. bis 6. 9.	7./10. 9.	11./15. 9.	16./24. 9.
Wasser	7,26	8,27	6,91	5,85	7,48	7,58	7,51	8,42	6,35
Trockenmasse	92,34	91,73	93,09	94,15	92,52	92,42	92,49	91,58	93,65
Organische Masse	83,51	83,99	84,06	86,82	82,00	81,35	82,79	80,53	81,95
Rohprotein	18,51	16,52	15,92	14,18	17,10	16,44	13,81	16,75	17,38
Reinprotein	15,06	12,07	12,09	12,07	14,25	12,83	11,25	12,87	13,86
Rohfett	1,90	1,60	2,00	2,40	1,96	1,58	1,58	2,30	2,92
Rohfaser	33,90	35,80	32,87	31,17	25,01	28,96	36,15	25,92	26,01
Rohasche	8,83	7,74	9,03	7,33	10,52	11,08	9,70	11,05	11,70
Sand	1,83	0,80	1,55	1,75	1,13	1,30	1,08	1,96	3,75
Reinasche	7,00	6,94	7,48	5,58	9,39	9,67	8,62	9,09	7,95
N-freie Extraktstoffe	29,20	30,07	33,28	39,07	37,93	34,37	31,25	35,56	35,64

Übersicht 5. **Nährstoffgehalt der Trockenschnitzel und des Häcksels in Hundertteilen der lufttrockenen Masse**

Probe vom	Nährstoffgehalt der Trockenschnitzel			Weizenstroh-Häcksel
	22. 7.	26. 8.	15. 9.	
Wasser	8,22	8,25	8,20	7,18
Trockenmasse	91,78	91,75	91,80	92,82
Organische Masse	86,12	85,77	85,72	88,25
Rohprotein	9,66	9,81	9,88	2,66
Reinprotein	4,88	4,96	4,88	1,75
Rohfett	0,58	0,68	0,55	1,81
Rohfaser	14,71	13,59	14,15	44,00
Rohasche	5,66	5,98	6,08	4,57
Sand	0,20	0,91	0,61	1,75
Reinasche	5,46	5,07	5,47	2,82
N-freie Extraktstoffe	61,17	61,69	61,14	39,78

Die Schwierigkeit bei der Beschaffung des Grünfutters bestand darin, dauernd ältere und junge Luzerne gleichmäßiger Beschaffenheit zur Verfügung zu haben. Die junge wurde vor Beginn der Blüte geschnitten, die ältere Luzerne von der vollen Blüte an. Der unterschiedliche Gehalt des Grünfutters an Rohfaser zeigt das verschiedene Alter der geernteten Pflanzen an (Übersicht 3 und 4).

Versuchsgeräte

Die Versuchsgeräte wurden nach den Erfahrungen des Institutes zusammengestellt. Der bei H. Toepsch[2]) beschriebene Streckenmeßwagen fand an Stelle der Schrittzähler Verwendung. Die hierbei gemachten guten Erfahrungen gestatteten die Anschaffung eines zweiten.

[2]) Toepsch, H.: Landw. Jb., **84**, 1937. 503.

II. Versuchsdurchführung

Futterzusammenstellung

Tag	S-Pferde	H-Pferde
21.—25. 7.	4 kg Trockenschnitzel 2 kg Häcksel + junges Grünfutter	älteres Grünfutter satt, ohne Beifutter
25.—28. 7.	6 kg Trockenschnitzel 2 kg Häcksel + junges Grünfutter	älteres Grünfutter satt, ohne Beifutter
28. 7.—11. 8.	S_1 6 kg Trockenschnitzel 2 kg Häcksel + junges Grünfutter S_2 4 kg Trockenschnitzel 1 kg Häcksel + junges Grünfutter S_3 4 kg Trockenschnitzel + junges Grünfutter	älteres Grünfutter satt, ohne Beifutter
11. 8.—18. 8.	2 kg Hafer 2 kg Trockenschnitzel 2 kg Häcksel + junges Grünfutter	2 kg Hafer 2 kg Trockenschnitzel 2 kg Häcksel + älteres Grünfutter
18. 8.—7. 9.	6 kg Trockenschnitzel + junges Grünfutter	6 kg Trockenschnitzel + älteres Grünfutter
7. 9.—17. 9.	S_1, S_2 8 kg Trockenschnitzel + junges Grünfutter S_3 6 kg Trockenschnitzel + junges Grünfutter	8 kg Trockenschnitzel + älteres Grünfutter
17. 9.—Schluß	8 kg Trockenschnitzel + junges Grünfutter	8 kg Trockenschnitzel + älteres Grünfutter

Ernährung der S-Pferde

Nach dem Versuchsplan sollten in der Futtergabe dieser Pferde der Eiweißbedarf durch junges Grünfutter und die Stärkewerte zum Teil durch ein kohlenhydratreiches Futtermittel gedeckt werden. Es war daher vorgesehen, das junge Grünfutter nur in begrenzter Menge zu verfüttern und die fehlenden Stärkewerte mit Trockenschnitzeln und Häcksel zu ergänzen.

Die Aufnahme des Trockenschnitzel-Häcksel-Gemisches durch die Pferde machte besonders bei S_3 Schwierigkeiten. Da zu Beginn des Versuches die Arbeit sehr groß war, die Tiere erheblich an Gewicht verloren, aber auf andere stärkewertreiche Futtermittel nicht zurückgegriffen werden konnte, entschloß ich mich, das junge Grünfutter, das sehr gern gefressen wurde, reichlicher zu geben, die Häckselgabe zu verringern und an S_1, das die Trockenschnitzel gern fraß, von diesen mehr zu füttern.

Vom 25. Juli an wurde die Trockenschnitzelgabe nach obigen Angaben gestaffelt, da die Pferde oft noch beträchtliche Mengen davon zurückließen.

Vom 11. August an schaltete ich eine kurze Übergangsfütterung mit Hafer ein, um vom 18. August ab zur Erhöhung der Freßlust auf Verwendung von Häcksel zu verzichten.

Vom 8. September 1936 an wurde bei S_1 und S_2 die Schnitzelgabe noch einmal erhöht und so auch regelmäßig verzehrt. S_3 zog weiterhin die junge Luzerne den Trockenschnitzeln vor, doch wurde ihm zum Schluß des Versuches dieselbe Gabe Trockenschnitzel gegeben wie den andern beiden S-Pferden.

Ernährung der H-Pferde

Dem Versuchsplan entsprechend sollten die H-Pferde mit älterer Luzerne ernährt werden. Demzufolge bekamen sie Grünfutter bis zur Sättigung. Nach der ersten Bilanz, als die Ernte ihren Fortgang nahm, und auf Grund der Witterungsverhältnisse, entschloß ich mich, den Pferden am 18. August nach einer Übergangsfütterung mit Hafer-Häcksel 6 kg Trockenschnitzel zu geben, die dann später am 8. September in Erwartung der erhöhten Anstrengung in der Kartoffelernte auf 8 kg erhöht wurden.

Die junge und ältere Luzerne wurde täglich zwischen 9 und 11 Uhr gemäht und, natürlich getrennt, abgefahren.

Am Sonnabend wurde zweimal Futter geholt. Zum Abwiegen der Luzerne verwendete ich große Spreukörbe. Das Grünfutter für die Abend- und Morgenfütterung wurde in die Häckselkammer gebracht, die groß genug war, um ältere und junge Luzerne gut getrennt und nicht zu hoch lagernd aufnehmen zu können. An heißen Tagen feuchtete ich den Boden der Kammer und das Grünfutter etwas an. Am Nachmittag wurde der Rest von der Mittagsfütterung zurückgewogen, am Vormittag der von der Nacht und früh.

Das Grünfutter für die Morgenfütterung wurde in der Nacht eingewogen und in die genau bezeichneten Körbe gepackt. Diese trugen die Kutscher dann in den Stall.

Die Trockenschnitzel gelangten nur eingequollen zur Verfütterung, und zwar betrug das Verhältnis zwischen Trockenschnitzeln und Wasser 1 : 2[1]). Das Trinkwasser wurde den Pferden zu jeder Mahlzeit abgewogen vor oder während der Fütterung gereicht.

Ermittlung des Lebendgewichtes

Die Waage stand im Hofe etwa 200 m vom Stall entfernt. Gewogen wurde dreimal am Tage, früh ohne Geschirr, mittags und abends mit Geschirr.

Um zu ermitteln, wie sich die Gewichte der anderen Wirtschaftspferde bei ihrem Futter im Laufe der Versuchszeit änderten, wog ich nach der ersten Bilanz drei Gespanne regelmäßig alle Wochen einmal.

*) Es würde vermutlich zweckmäßiger sein, die Schnitzel unter anderen Verhältnissen nur im Verhältnis 1:1 in Wasser einzuquellen. Man spart dadurch etwa 4 bis 5 Liter Wasser je Tag. Indes waren die Pferde an ziemlich nasse Fütterung gewöhnt und machten, wie erwähnt, schon ohnehin Schwierigkeiten beim Verzehr der Trockenschnitzel. Daher ließ ich es bei dem Einquellen 1:2 sein Bewenden haben, um nicht Gefahr zu laufen, daß die Pferde die Schnitzel gänzlich ablehnten. Sonst würde ich durchaus dazu raten, an Pferde Trockenschnitzel nur im Verhältnis 1:1 eingequollen zu bieten.

Durchführung der Zugkraft- und Entfernungsmessungen

Die Zugkraftmessungen sollten den Zugkraftbedarf der einzelnen Arbeiten feststellen und auch den Zugkraftbedarf der Arbeit während des ganzen Tages ermitteln. Zur Verwendung kamen Schäffer-Budenbergsche Kraftmesser.

Die von den Pferden zurückgelegte tägliche Wegstrecke gaben die Kilometerzähler zweier Meßwagen an. Schrittzähler fanden keine Verwendung. Das Anhängen der Meßwagen war einfach. Am Pflug half ich mir durch Anschrauben einer Stange an die Brücke der Vorderkarre. An dieser Stange lief der Meßwagen seitlich des Pfluges neben dem Gespannführer.

III. Versuchsergebnisse

Freßlust

Das junge Grünfutter wurde von den Tieren gern gefressen. S_1 und S_2 fraßen bei den einzelnen Mahlzeiten zuerst immer das Kraftfutter und dann das Grünfutter. S_3 stets umgekehrt. Die Trockenschnitzel wurden eingeweicht in der Krippe geboten, das Grünfutter in der Raufe.

Das ältere Grünfutter befand sich im Durchschnitt des ganzen Versuchs zwischen „voller Blüte“ und „Ende der Blüte“. In dieser Wachstumsstufe nahmen es die H-Pferde besonders gern auf. Entwickelte sich das Grünfutter zu reiner Samenluzerne, durchsetzt mit viel hartstengeligem Unkraut, so verweigerten sie aber die Futteraufnahme mehr oder weniger.

Gefressene Grünfuttermengen

Durchschnittlich fraßen die S-Pferde 60 kg, die H-Pferde 69 kg Grünfutter. Die letzteren nahmen bei reiner Grünfütterung 76 kg auf. Vom Grünfutter fraßen die S-Pferde den größeren Teil in der Nacht, den geringeren Anteil morgens und mittags. Es wurde ihnen deshalb zu diesen Mahlzeiten das Kraftfutter gereicht.

Futteraufnahme und Zeit

Der Verzehr einer bestimmten Menge Stärkewert, die durch Grünfutter allein oder durch Grünfutter und Kraftfutter gebildet wird, dauert längere Zeit als

Übersicht 6. **Wann begannen die Tiere bei den einzelnen Mahlzeiten mit dem Fressen?** Zahlen im Durchschnitt der Woche. Sonntage sind nicht berücksichtigt

Woche	Gespann I		Gespann II		Gespann III	
	früh	mittag	früh	mittag	früh	mittag
9.—15. 8.	4,23	11,41	4,29	11,32	4,39	11,37
16.—22. 8.	4,34	11,36	4,29	11,35	4,26	11,38
23.—29. 8.	4,32	11,39	4,30	11,39	4,27	11,38
30. 8.— 5. 9.	4,32	11,50	4,20	11,30	4,17	11,32
6.—12. 9.	4,32	11,41	4,37	—	4,31	11,36
13.—19. 9.	4,41	—	4,38	11,38	4,36	—
20.—26. 9.	4,31	—	4,34	—	4,34	—
Zeitverlust im Durchschnitt:	32 Minuten	41 Minuten	31 Minuten	35 Minuten	30 Minuten	36 Minuten

bei Verfütterung hochkonzentrierter Futtermittel wie etwa Hafer. Die Einhaltung der für das Pferd vorgesehenen Futterzeiten, besonders morgens und mittags, ist daher bei Futtermitteln, von denen große Massen aufgenommen werden sollen, sehr wichtig. Die Erfahrung lehrt aber, daß die Pferde von der zwei Stunden währenden Futterzeit morgens und mittags (Übersicht 6) oft einen ziemlich beträchtlichen Teil abgeben müssen; sei es, daß sie später in den Stall oder durch sonst irgendwelche Umstände später zum Fressen kommen. Es findet die Verwendung des Grünfutters also ihre Grenze auch durch die Zeit, welche dem Tier zum Fressen zur Verfügung steht. Wird einem Grünfuttergespann mehrere Tage hintereinander die Futterzeit arg gekürzt, so macht sich das meist sehr nachteilig bemerkbar. Ich hatte Gelegenheit, das zu beobachten.

Gründe für das Zurücklassen des Futters

Grünfutter wurde von den Pferden zurückgelassen, weil es zu alt war oder erwärmt, zertreten, oder einen zu hohen Gehalt an Knaulgras bzw. Unkraut hatte

Übersicht 7. **Verdauungskoeffizienten von jungem und altem Grünfutter ohne Berücksichtigung der Stoffwechselprodukte*)**

	Trockenmasse	organ. Masse	Rohprotein	Reinprotein	Rohfaser	Reinasche	N-freie Extraktstoffe
S_1 1. Bilanz	56,08	63,02	77,04	68,98	49,11	55,18	70,95
2. „	65,52	65,96	82,35	74,69	48,45	74,69	73,56
3. „	69,21	72,75	82,15	74,31	47,22	64,35	86,87
	63,60	**67,24**	**80,51**	**72,66**	**48,26**	**64,74**	**77,13**
S_2 1. „	69,81	67,33	83,49	74,54	52,75	70,11	69,30
2. „	66,22	67,59	83,08	74,13	52,67	65,06	76,02
3. „	74,02	75,87	84,59	76,21	53,19	68,00	87,91
	70,02	**70,26**	**83,72**	**74,96**	**52,87**	**67,72**	**77,74**
H_1 1. „	54,87	57,91	77,99	72,53	41,83	64,89	62,67
2. „	59,75	60,12	77,53	70,27	40,33	68,38	73,27
3. „	61,49	62,73	78,12	71,56	45,09	58,38	74,31
	58,70	**60,25**	**77,88**	**71,45**	**42,42**	**63,88**	**70,08**
H_2 1. „	50,97	53,60	74,59	68,17	39,14	62,96	62,64
2. „	61,91	63,08	78,79	70,82	45,91	65,96	73,34
3. „	61,74	65,18	76,32	68,60	52,38	64,63	74,04
	58,20	**60,62**	**76,57**	**69,20**	**45,81**	**64,52**	**70,01**
Mittel S_1 u. S_2 1. „	62,94	65,17	80,26	71,76	50,93	62,64	70,12
Mittel S_1 u. S_2 2. „	65,87	66,77	82,71	74,41	50,56	69,87	74,79
Mittel S_1 u. S_2 3. „	71,61	74,31	83,37	75,26	50,20	66,17	87,39
Mittel H_1 u. H_2 1. „	52,92	55,75	76,29	70,35	40,48	63,92	62,65
Mittel H_1 u. H_2 2. „	60,83	61,60	78,16	70,54	43,12	67,17	73,30
Mittel H_1 u. H_2 3. „	61,62	63,95	77,22	70,08	48,73	61,50	74,17

*) Vgl. hierzu, H. Wittig, Tierernährung, Leipzig, **10**, 1938, 496—524.

(die S-Pferde waren sehr empfindlich dafür), oder die Pferde waren satt bzw. hatten zu kurze Zeit zum Fressen. Ich beobachtete, daß das Knaulgras im Zurückgewogenen einen höheren Prozentsatz ausmachte als im Zugewogenen. Es wurde somit ausgesprochen weniger gern aufgenommen.

Da man den Grünfutterverzehr nicht vorher bestimmen kann, wurde die Zuteilung so vorgenommen, daß die Tiere etwas über die geschätzte Menge erhielten. Der Rest der Mahlzeit fand im Rindviehstall Verwendung.

Übersicht 8

Früh-, Mittag- und Abendgewichte in kg im Durchschnitt der Woche

Woche	Datum	früh	mittags	abends	Mittel	früh	mittags	abends	Mittel
			S_1				S_2		
1.	29./25. 7.	558	538	537	544	531	523	518	524
2.	26.7.—1.8.	562	559	555	559	546	533	532	537
3.	2./8. 8.	572	572	562	569	549	547	542	546
4.	9./15. 8.	569	556	556	560	547	547	540	544
5.	16./22. 8.	583	572	561	572	556	556	552	554
6.	23./29. 8.	594	585	579	586	572	563	559	564
7.	30.8./5.9.	595	587	578	568	572	561	554	562
8.	6./12. 9.	594	582	579	586	565	556	551	557
9.	13./19. 9.	595	577	567	579	566	547	549	554
10.	20./26. 9.	601	580	577	586	572	550	554	558
Mittel		582	571	565	572	558	548	545	550
			S_3				H_1		
1.	entsprechend	571	538	544	551	587	576	570	577
2.		564	559	560	561	606	591	586	594
3.		566	565	551	560	612	627	595	611
4.		562	574	552	557	605	597	590	597
5.		579	567	562	569	607	586	577	590
6.		592	581	573	582	612	599	594	602
7.		589	583	571	581	611	607	597	605
8.		580	556	564	566	610	599	598	602
9.		578	556	552	562	619	603	597	606
10.		573	558	559	563	620	610	603	611
Mittel		576	562	559	566	609	600	591	600
			H_2				H_3		
1.	entsprechend	580	559	563	567	605	599	588	597
2.		581	565	571	572	616	611	588	605
3.		585	587	574	582	629	619	612	620
4.		580	566	570	572	626	617	607	617
5.		572	563	560	565	624	609	600	611
6.		590	579	575	581	633	620	615	623
7.		598	588	580	588	637	632	627	632
8.		571	585	576	577	638	623	617	626
9.		602	587	583	591	641	616	615	624
10.		614	559	591	588	635	616	613	621
Mittel		587	574	574	578	628	616	608	617

Fütterung und Temperament

Durch Verfütterung von Grünfutter waren die Versuchspferde an heißen Tagen im Sommer nicht mehr schlapp als die anderen Wirtschaftspferde auch[3]).

Krankheiten

Aus dem Versuch schieden keine Pferde aus. Krankheiten ernsterer Natur traten nicht auf. Gelegentliches Hinlegen wurde beobachtet. Am 27. Juli litt S_2 zu Mittag an einer Gärungskolik, konnte aber am Nachmittag um 3 Uhr wieder angespannt werden. Eine Wurmkur zu Anfang des Versuches blieb erfolglos.

Ergebnis der Lebendgewichtsermittlung

Die Zahlen der Übersicht 8 enthalten Wägungen im Geschirr. Die Pferde nehmen deutlich vom Morgen bis zum Abend ab. Die Zunahmen berechnen sich aus dem Anfangs- und Endgewicht (Übersicht 9).

Übersicht 9. **Lebendgewichtszunahme gegenüber dem Durchschnitt der vergangenen Woche in kg**

Woche	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
1.	—	—	—	—	—	—
2.	+15	+13	+10	+17	+ 5	+ 8
3.	+10	+ 9	— 1	+17	+10	+15
4.	— 9	— 2	— 3	—14	—10	— 3
5.	+12	+10	+12	— 7	— 7	— 6
6.	+14	+10	+13	+12	+16	+12
7.	—	— 2	— 1	+ 3	+ 7	+ 9
8.	—	— 5	—15	— 3	—11	— 6
9.	— 7	— 3	— 4	+ 4	+14	— 2
10.	+ 7	+ 4	+ 1	+ 5	— 3	— 3
Summa	+42	+34	+12	+34	+21	+24

Ein erheblicher Unterschied zwischen den S- und den H-Pferden besteht also nicht.

Zugkraftbedarf der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte

Da die Leistungen eines Pferdes innerhalb des Gespannes nicht sicher beurteilt werden können, sind sämtliche Zugkilozahlen für ein Pferd durch Halbierung der Gesamtzugzahl des Gespannes gewonnen worden und in Übersicht 10 und 11 wiedergegeben. Durch Zusammenspannen von Normalfutterpferden und Versuchsfutterpferden kann unter der Voraussetzung, daß beide Tiere gleich stark sind und sich gleich viel am Zug beteiligen, auf die Verwertung des beiden Pferden gereichten Futters geschlossen werden. Durch die Bestimmung der Arbeit in Meterkilogramm hat man darüber hinaus die Möglichkeit, die geleistete Arbeit mit der anderer Versuche zu vergleichen.

[3]) Vgl. P. Ehrenberg: Arbeiten der deutschen Gesellschaft f. Züchtungskunde Hannover, **52**, 1932, 27.

Eigenbewegung

Die Arbeitsleistung der Pferde ergibt sich aus dem Produkt aus Zug-Kilo und Wegstrecke in Kilometern zuzüglich ihrer Eigengewichtsbewegung[4]) (Übersicht 13) mit 40,60 Meterkilogramm je Kilogramm und 1 km; bei einer Stundengeschwindigkeit von 4 km.

Der Anteil der Ackerarbeiten und Fuhrarbeiten an den Gesamtarbeiten beträgt:

	Ackerarbeiten %	Fuhrarbeiten %
Gespann I	47,7	52,3
Gespann II	48,2	51,8
Gespann III	66,1	33,9

Die Ermittlung der Schrittlänge weist in Übersicht 14 ebenso für die einzelnen Pferde wie für die einzelnen Beschäftigungen ziemlich erhebliche Unterschiede auf, ohne daß dieselben immer gleichsinnig verliefen. Während S_1 im Grasmäher etwa die gleiche Schrittlänge behält wie beim Einfahren, ist sie für S_2 etwas und besonders für H_2 wesentlich verringert. Ähnliche Verschiedenheiten treten noch sonst auf. Es bleibe dahingestellt, wie weit Ermüdung des Pferdes und Antrieb durch den Gespannführer ausgeschaltet werden müssen, und ob nicht nur große Durchschnitte vieler Einzelmessungen je Pferd und Beschäftigungsart zu verwenden sind. Im allgemeinen dürfte mit der Schwere der Arbeit der Schritt kürzer werden, doch werden auch andere Umstände mitsprechen.

Übersicht 10. **Ergebnisse der Zugkraftmessungen an Ackergeräten**

Durchschnitt von ? Kurven	Art des Gerätes und Eigenschaften	Zugkraftbedarf in kg	Grenzzahlen kg
19	Schälpflug, zweischarig, 40—45 cm Furchenbreite	160	204—140
16	Einscharpflug, 20 cm breit*), 18 cm tief	172	198—140
6	Ringelwalze, 20—25 Zentner schwer, 300 cm breit	276	294—240
1	Eggen, 3 m breit, 75 kg schwer	139	—
1	Saateggen, 375 cm breit, 40—50 kg schwer	90	—
1	Zugkraftbedarf des Göpels	156	—
6	Zugkraftbedarf des Grasmähers, 1,09 m breit, beim Kleehauen	167	204—140
4	dgl. Wiese hauen	109	120—100
12	Drillmaschine, Sidersleben, 3 m breit	185	242—150
4	dgl. leer auf Landstraße	30	20—40
2	Düngerstreuer Westfalia, 4 m auf gewalztem Acker	176	188—164
4	dgl. auf geschlepptem Acker	221	242—200
2	dgl. Kutscher wird gefahren	220	—
2	dgl. Kutscher geht nebenher	188	—

*) Für eine an einem Einscharpflug angehängte kleine Schleppe konnte ein Zugkraftbedarf nicht festgestellt werden.

[4]) Berechnet nach Zuntz-Hagemann: Landw. Jb., Berlin, **27**, 1898, Erg.-Bd. **3**, 430.

Vergleich zwischen Fütterung, Leistung und Gewicht

Die Zusammenstellung aller Bedingungen, die an dem Zusammenkommen des Ergebnisses zwischen Fütterung, Arbeitsumfang und Lebendgewicht während des Versuchs bei den einzelnen Pferden maßgeblich beteiligt waren, bringt Übersicht 15 bis 20. Dazu müssen das verschiedene Gewicht und seine Veränderungen sowie die unterschiedliche Arbeitsleistung auf einheitliche Grundlage, auf Meterkilogramm gebracht werden.

Übersicht 11. **Ergebnisse der Zugkraftmessungen an Wagen**

Durchschnitt v. ? Kurven		Zugkraftbedarf in kg
	Zugkraftbedarf in kg für einen leeren Leiterwagen	
5	auf der Landstraße	56— 84
8	auf dem Feldweg	50— 94
9	auf der Stoppel	78—140
	Zugkraftbedarf in kg für einen leeren Kastenwagen	
7	auf der Landstraße	10— 44
2	auf dem Feldweg	38— 76
1	auf dem Waldweg	100
1	auf dem Misthaufen	103
	Zugkraftbedarf in kg für einen beladenen Leiterwagen, Getreideeinfahren:	
3	auf der Landstraße	50— 90
17	auf dem Feldweg	96—222
12	auf der Stoppel	150—240
3	angeladener Wagen auf der Stoppel	125—210
6	mit vollem Erntefuder in die Scheune	100—160
	Zugkraftbedarf in kg für einen beladenen Kastenwagen, Holzholen:	
3	auf dem Waldweg	124—175
1	auf der Landstraße, eben	100
1	„ „ „ stark ansteigend	235
4	Mistfahren auf der Landstraße	60— 90
2	Mistfuder von der Düngergrube ziehen	116—150
1	Mistwagen auf die Düngergrube ziehen	222
1	Mistwagen auf der Düngergrube weiterziehen	300—340
2	Kohlefahren auf der Landstraße	220—225
1	Kartoffelfahren auf der Landstraße	120
2	„ „ dem Acker	220—260

Vergleich des Fütterungserfolges bei jungem Luzerne-Knaulgras-Grünfutter (vor Beginn bis Beginn der Blüte) gegen Luzerne-Knaulgras-Grünfutter in voller Blüte

Die derart erhaltenen, in den vorhergehenden Zusammenstellungen vereinigten Zahlen ermöglichen es nun, die Leistung und die dafür erforderliche Ernährung der mit jungem wie mit Grünfutter in voller Blüte gefütterten Pferde zu vergleichen. Dabei ist noch darauf hinzuweisen, daß das junge Grünfutter 67,06 % Luzerne und 32,94 % Knaulgras und Unkraut, das Grünfutter in voller Blüte aber 52,67 % Luzerne und 47,33 % Knaulgras und Unkraut enthielt. Zunächst gilt es, festzustellen, wieviel Kilo Stärkewert zur Erzeugung einer gleichen Leistung bei den S- wie bei den H-Pferden benötigt wurden.

Übersicht 12. **Die in Stiebendorf von den Gespannen an einem halben Tag bei den einzelnen Arbeiten zurückgelegten Wegstrecken**

Durchschnitt von ? Feststellungen	Art der Arbeit	Weg in km	km-Grenzzahlen
14	Schälen	13,2	16,0— 8,9
5	Ackern	12,3	14,0—10,5
5	Eggen	14,4	15,6—11,7
9	Drillen	14,4	16,8—11,4
2	Walzen	13,9	14,7—13,2
10	Klee hauen	13,6	17,4—10,7
8	Wiese hauen	10,8	12,9— 8,0
9	Einfahren	10,9	15,3— 6,3
4	Heu einfahren	8,1	10,5— 5,6
5	Kartoffeln fahren	11,7	14,8— 9,0
3	Nachreche fahren	9,6	10,0— 9,5
4	Futter holen	11,0	11,1—10,9
3	Stroh fahren von der Maschine	3,2	4,5— 2,0
1	Weizen von der Maschine abfahren	7,4	
1	Stadtfuhre nach der Weinmühle	20,2	
1	Kohlen aus Oberglogau holen	22,9	
1	Weizen nach Krappitz fahren	18,9	
1	Sand holen	15,6	
1	Holz holen	20,6	

Übersicht 13. **Aufwand an Mill. Meter-Kilogramm für die Eigengewichtsbewegung je Tag im Durchschnitt der Woche**

Woche	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
1	0,362	0,334	0,291	0,384	0,361	0,315
2	0,354	0,229	0,221	0,376	0,267	0,238
3	0,347	0,319	0,387	0,372	0,340	0,428
4	0,545	0,530	0,429	0,582	0,557	0,476
5	0,529	0,495	0,471	0,546	0,505	0,505
6	0,447	0,467	0,496	0,459	0,481	0,531
7	0,445	0,399	0,344	0,459	0,418	0,375
8	0,450	0,491	0,492	0,462	0,508	0,544
9	0,364	0,400	0,481	0,381	0,427	0,539
10	0,424	0,457	0,455	0,446	0,476	0,502

Übersicht 14

	Schrittlänge in Metern						Schrittzahl auf hundert Meter					
	S_1	H_1	S_2	H_2	S_3	H_3	S_1	H_1	S_2	H_2	S_3	H_3
Getreide hauen	1,71	1,64	1,56	1,53	1,76	1,66	58	61	64	65	56	60
Einfahren	1,55	—	1,58	1,74	—	—	64	—	63	57	—	—
Im Grasmäher	1,53	—	1,49	1,42	1,76	1,66	65	—	67	70	58	60
Erntewagen, leer	1,88	—	1,55	—	—	—	53	—	66	—	—	—
Drillmaschine, leer	—	1,79	—	—	—	—	—	56	—	—	—	—
Mistwagen, leer	—	—	1,53	—	1,69	1,74	—	—	65	—	—	57
Schälen	—	—	1,34	—	1,55	—	—	—	74	—	64	—
Ackern	—	—	—	—	—	1,71	—	—	—	—	—	58
Holz fahren	—	—	—	1,42	—	—	—	—	—	58	—	—
Stroh fahren	—	—	—	—	1,64	—	—	—	—	—	61	—

Durchführung des Vergleichs zwischen Fütterung, Arbeit und Gewicht

Der Vergleich wird für 9 Wochen des Versuches mit allen 6 Pferden durchgeführt:

	Futtergabe: junge Luzerne		Futtergabe: ältere Luzerne	
	am 26. 7. 1936	am 26. 9. 1936	am 26. 7. 1936	am 26. 9. 1936
Gewichte der Versuchspferde, je drei zusammen	S 1619 kg	S 1707 kg	H 1741 kg	H 1820 kg
Zunahme	88 kg		79 kg	
Arbeitsleistung	252,87 Millionen mkg		258,86 Millionen mkg	
Gewichtsveränderung in mkg*)	118,54 Millionen mkg		106,41 Millionen mkg	
Vergleichbare Leistung also	371,41 Millionen mkg		365,27 Millionen mkg	
Stärkewerte im Futter je Tag u. 1000 kg Lebendgewicht	16,43 kg		13,93 kg	
Ab nach Kellner für Erhaltung	6,60 kg		6,60 kg	
Verfügbar für Arbeitsleistung	9,83 kg		7,33 kg	
Leistung je 1000 kg Lebendgewicht	3,64 Millionen mkg		3,33 Millionen mkg	

*) Auf Grund der Beziehung, daß nach N. Zuntz und O. Hagemann (Landw. Jb., Berlin, 27, 3. Ergänzungsband, 1898, 430) ein Gramm Lebendgewichts-Zu- oder -Abnahme = 1347 mkg ist.

Ein Vergleich der S- und H-Pferde in ihren Ansprüchen und Leistungen ist indes noch nicht möglich, da die ersten, wie oben angegeben, 0,31 Mill. mkg mehr geleistet haben. Es würde dieser Mehrleistung auf Grund der Beziehung 533 mkg = 1 g Stärkewert die Menge von 0,59 kg Stärkewert entsprechen. So ergibt sich:

Ausgeglichene Zahl für S-Pferde: 9,24 kg Stärkewert 3,33 Mill. mkg
Zahl für H-Pferde: 7,33 kg Stärkewert 3,33 Mill. mkg

Das heißt also, daß zur Erreichung der gleichen Arbeitsleistung unter Berücksichtigung der Gewichtsveränderungen die S-Pferde 1,912 kg Stärkewert mehr verbraucht haben als die H-Pferde. Dies erscheint auf den ersten Blick widersinnig. Die mit jungem, leichter verdaulichem Grünfutter versorgten Tiere brauchten für die gleiche Leistung mehr Energiezufuhr im Futter, also mehr Stärkewert als die mit älterem Grünfutter bedachten! — Das Beifutter spielt in den Futtergaben keine entscheidende Rolle, ist auch nicht ungleichartig, so daß tatsächlich der Unterschied und die verschiedene Leistung mit voller Stärke auf den Unterschied im Alter des Grünfutters und dessen verschiedene Zusammensetzung zurückfallen.

Bevor ich indes auf die hier vorliegende, eigentliche Frage näher eingehe, möchte ich unter rechnerischer Ausscheidung des Beifutters noch deutlicher darlegen, daß es sich tatsächlich bei dem hier beobachteten Unterschied in der Wirkung des jungen und des in voller Blüte befindlichen Luzernegrünfutters nur

um dieses selbst handelt, und daß das Beifutter dabei wirklich keine irgendwie beachtliche Rolle spielt:

Es verzehrten je Tag und 1000 kg Lebendgewicht, wobei für die S-Pferde auf die geringe Hafergabe*) und für die H-Pferde auf die geringe Hafer- und Häckselgabe**) keine Rücksicht genommen wird:

	die S-Pferde:		die H-Pferde:	
	Gewicht	Stärkewert	Gewicht	Stärkewert
Grünfutter	108 kg	10,85 kg	113 kg	9,58 kg
Trockenschnitzel (Grundfutter)	9 kg	5,09 kg	7 kg	3,94 kg
Häcksel (Grundfutter)	0,94	0,06 kg	— kg	— kg
Zusammen		16,00 kg		13,52 kg

Um zu einer reinen Würdigung allein des Grünfutters zu gelangen, muß bei den S-Pferden deren gesamtes Grundfutter in Gestalt von 9 kg Trockenschnitzeln und 0,94 kg Häcksel abgezogen werden. Für einen entsprechenden Abzug bei den H-Pferden stehen nur deren 7 kg Trockenschnitzel zur Verfügung. Es müssen somit außer diesen mit ihren 3,94 kg Stärkewert noch weiter 1,21 kg Stärkewert vom Futter der H-Pferde abgezogen werden, um Gleichmäßigkeit zu erreichen. Diesen 1,21 kg Stärkewert entsprechen ungefähr 14 kg von dem älteren Grünfutter der H-Pferde, die somit abzuziehen sind, so daß sich ergibt:

S-Pferde: 108 kg Grünfutter (jünger) mit 10,85 kg Stärkewert,
H-Pferde: 99 kg Grünfutter (älter) mit 8,37 kg Stärkewert.

Wegen der Mehrleistung der S-Pferde mit 0,31 Mill. mkg ist noch eine diesem Wert entsprechende Menge von 0,59 kg Stärkewert***) von ihrer Futtergabe abzuziehen, entsprechend etwa 6 kg Grünfutter. Es ergibt sich alsdann:

> Nach Ausschaltung des Beifutters und sonstiger Ungleichheiten leisteten die S-Pferde mit 102 kg jüngerem Grünfutter und 10,27 kg Stärkewert dasselbe wie die H-Pferde mit 99 kg älterem Grünfutter und 8,37 kg Stärkewert.

Auch hier, bei alleiniger Bezugnahme auf das jüngere bzw. ältere Grünfutter zeigt sich somit, daß das ältere Luzernegrünfutter „in voller Blüte" besser von den Pferden verwertet wurde als das jüngere Luzernegrünfutter „vor der Blüte". — An der ermittelten Tatsache ist wohl nicht zu zweifeln. Für eine Begründung würde es sich darum handeln, daß vielleicht von den hauptsächlich für die Kraftzufuhr bei unseren Arbeitspferden in Betracht kommenden Kohlenhydraten die junge Luzerne zu wenig enthalten hat, so daß nach dieser Richtung ein Mangel der

*) Vgl. oben S. 4.

**) Der Unterschied in den Stärkewertszahlen hier und oben S. 12 ist durch das Fortlassen der Werte für die geringen Hafer- und Häckselgaben hervorgerufen. Man erkennt, daß die Änderung unbedeutend ist und zudem beide Pferdegruppen durchaus gleichartig trifft.

***) Vgl. oben S. 12

verabfolgten Futtergabe in Frage käme, während das ältere Luzernegrünfutter an Kohlenhydraten reicher war.

Es läßt sich nun nach den von mir durchgeführten Untersuchungen unschwer berechnen, daß die jüngere Luzerne im Mittel der nach obiger Berechnung gefressenen Mengen bei

Verdaulichkeit der Rohfaser im Mittel von 50,57 % und
der N-freien Extraktstoffe von 77,30 %

und einem durchschnittlichen Gehalt an beiden Nährstoffen von 6,37 % Rohfaser und 7,75 % N-freien Extraktstoffen in der Summe beider verdaulich enthielt 9,38 kg je 1000 kg Lebendgewicht.

Entsprechend zeigte die ältere Luzerne im Mittel bei einer
Verdaulichkeit von Rohfaser im Mittel von 44,11 % und
von N-freien Extraktstoffen von 70,05 %

und einem durchschnittlichen Gehalt an beiden Nährstoffen von 8,47 % Rohfaser und 8,91 % N-freien Extraktstoffen in der Summe beider in verdaulichem Zustand 9,98 kg je 1000 kg Lebendgewicht*).

Der Unterschied von 0,6 kg verdaulichen Kohlenhydraten, der noch um einen Wertigkeitsabzug gemindert werden müßte, kann vielleicht einen kleinen Teil der beobachteten Minderwirkung des jüngeren Luzernegrünfutters erklären, niemals aber den ganzen sehr erheblichen Wirkungsunterschied von annähernd 1,9 kg Stärkewert je 1000 kg Lebendgewicht und Tag.

Da diese soeben erwogene Möglichkeit somit nicht maßgeblich in Betracht zu kommen vermag, dürfte als zweiter Erklärungsversuch ein Hinblick auf den höheren Gehalt der Futtergabe der S-Pferde mit ihrem jüngeren Luzernegrünfutter an verdaulichem Eiweiß erforderlich sein:

Bei der Fütterung der beiden Pferdegruppen mit Grünfutter nach Belieben unter Zugabe mäßiger Mengen von Trockenschnitzeln, wenig Häcksel und zeitweilig kleiner Mengen von Hafer, die hier durchaus vernachlässigt werden können, ergab sich ein Gehalt der Futtergabe an

	verdaulichem Eiweiß kg	Stärkewert kg
bei meinem Versuch:		
S-Pferde (junges Futter)	3,26	16,43
H-Pferde (älteres Futter)	2,87	13,83
gegen die Futtergaben nach:		
O. Kellner, mittlere bis schwere Arbeit	1,4—2,0	11,6—15,0
W. Völtz und W. Kirsch, mittlere bis schwere Arbeit**)	1,0—1,4	—
N. Hansson, mittlere bis schwere Arbeit	1,0—1,2	10,5—12,2
P. Ehrenberg, mittlere bis schwere Arbeit	1,2—1,5	10,0—12,5

*) An verdaulichen Kohlenhydraten enthalten die
jüngere grüne Luzerne 39,21 % im Mittel der Trockenmasse,
ältere grüne Luzerne 39,83 % im Mittel der Trockenmasse.

**) Entsprechend den Angaben von Henry und Morrison, Feeds and feeding, 19. Aufl. (1928).

Wir sehen somit, daß die von mir beobachteten Arbeitspferde durch die Fütterung mit beliebigen Mengen jüngeren wie älteren Luzernegrünfutters nicht nur sehr reichlich mit Stärkewerten versehen wurden, sondern auch noch ganz besonders mit verdaulichem Eiweiß geradezu überschwemmt, wobei die S-Pferde vermutlich nicht nur noch etwa 0,50 kg je Tag und 1000 kg Lebendgewicht mehr erhielten, sondern dazu außerdem vermutlich recht reichliche Mengen von Amiden. Diese betragen mindestens noch ein Viertel des Gesamteiweißes und bei dessen Verdaulichkeit von 70 bis 75 % etwa ein Drittel des verdaulichen Eiweißes*).

Es liegt auf der Hand, daß eine derartige Fütterung starke Belastung des Körpers mit sich bringt. Sie ist indes weitgehend im Sommer üblich, und obwohl man bereits deutlich gegen die damit verbundene Eiweißvergeudung Stellung genommen hat[5]), und K. Richter und Brüggemann hiermit durchaus im Rechte sind[6]), glaube ich doch, daß es vielleicht die Wirksamkeit der gegen Grünfütterung der Pferde nach Belieben vorgebrachten Gründe verstärken wird, wenn man aus unseren Versuchsermittlungen und Berechnungen feststellen kann, daß es sich bei einer derartigen Fütterung von Arbeitspferden nicht nur um eine unnötige Verabfolgung von verdaulichem Eiweiß handelt. Man könnte ja immer noch einwenden, daß es Schwierigkeiten mache, das Futter nach Bedarf einzuteilen oder daß es vermutlich genügen würde, wie wir es durchführten, eine Beifütterung von eiweißarmem und stärkewerthaltigem Futter, wie es etwa Trockenschnitzel sind, beizufügen. Wir müssen indes annehmen, daß die Verhältnisse doch wesentlich anders liegen. Schon F. Taubert hat darauf hingewiesen, daß Energieverluste durch die Verarbeitung von großen Eiweiß- und Mineralstoffmengen im Grünfutter und die sich daraus ergebenden großen Harnmengen möglich sind[7]). Da diese Frage auch nach den weiteren Untersuchungen Tauberts[8]) und den früheren Angaben von E. v. Wolff und Mitarbeitern[9]) noch nicht genügend klargelegt zu sein, auch ihre Bedeutung für die landwirtschaftliche Praxis weiterer Prüfung zu bedürfen schien, sind ja gerade auch die hier mitgeteilten Versuche zur Durchführung gekommen. — Nach E. v. Wolff scheidet von unseren landwirtschaftlichen Haustieren nur das Pferd große Mengen von Kalk im Harn aus. Die Wiederkäuer dagegen geben nur wenig Kalk im Harn von sich[10]), ebenso das Schwein[11]). Bedenkt man nun, daß um den Kalkertrag eines Hektars Luzerne zu erbringen, ungefähr 2 ha Rotklee, 5 ha Wiese oder 11 ha Hafer erforderlich sind[12]), so kann man bereits ermessen, wieviel Kalk bei Fütterung von Pferden nach Belieben, also mit großen Mengen grüner Luzerne, den Pferdekörper auf dem Wege über den Harn verlassen muß. Für die uns hier fesselnde Frage, ob und

*) Die hierfür grundlegenden Zahlenübersichten konnten der Raumersparnis halber nicht gedruckt werden. Sie werden im Breslauer Agrikulturchemischen Institut aufbewahrt.

[5]) Mitt. Landw., Berlin, **50**, 1935, 569.
[6]) Mitt. Landw., Berlin, **30**, 1934, 649.
[7]) Landw. Jb., Berlin, **79**, 1934, 898.
[8]) Tierernährung, Leipzig, **6**, 1934 173.
[9]) Landw. Jb., Berlin, **13**, 1884, 271.
[10]) Ebenda, 284—296.
[11]) Deutsch. Landw. Presse, Berlin, **59**, 1923, 136.
[12]) Ebenda, 287.

wieweit junge Luzerne etwa noch höheren Kalkgehalt, und zwar Gehalt an aufnehmbarem Kalk nachweisen würde, vermag ich leider nur wenig Zahlen beizubringen. Für meine Versuche war eine Untersuchung auch nach dieser Richtung hin infolge der in solchem Ausmaße nicht verfügbaren Zeit unmöglich gewesen. Die neueren Untersuchungen von F. Mach und R. Herrmann[13]) liefern aber keine Werte über die Unterschiede der Luzerne im Kalkgehalt je nach den Altersstufen. Aus den Zahlen von E. v. Wolff[14]) kann man wenigstens für Rotklee berechnen, daß in der Trockenmasse Rotklee an CaO enthält:

ganz jung	2,81 %	in der Knospenbildung	2,48 %
in der Blüte	2,38 %	in der Reife	1,87 %

Beim Rotklee fällt somit in der Trockenmasse der Kalkgehalt entsprechend der Entwicklung der Pflanze ziemlich erheblich. Da wirklich verwertbare Zahlen für die Luzerne auch in dem ersten Teil der Wolffschen Aschenanalysen sich nicht finden lassen, so darf man wohl diesen Werten für den Rotklee entnehmen, daß voraussichtlich auch bei der Luzerne unter sonst gleichen Verhältnissen der Gehalt an Kalk mit fortschreitender Entwicklung abnimmt. Dazu muß man vermutlich auch annehmen, daß die Menge von für das Pferd aufnehmbarem Kalk in der Luzerne sich ebenso, ja, wohl noch stärker in gleicher Weise bewegt. Wir können dementsprechend glauben, daß, je jünger die dargebotene Luzerne und je größer die davon aufgenommene Menge war, um so mehr auch Kalk daraus verdaut und später im Harn wieder abgegeben wurde. Denn eine Ablagerung von Kalk im Körper dürfte bei den voll ausgewachsenen Versuchstieren, von denen drei Wallache und eins eine Stute waren, so gut wie gar nicht in Betracht gekommen sein. — Schon F. Taubert und noch vor ihm E. v. Wolff weisen aber auf die steigernde Wirkung der Mineralstoffe auf die Harnausscheidung hin. Daß entsprechend auch eine Erhöhung des Wasserbedürfnisses eintreten wird, kann man wohl ohne weiteres annehmen, da die erheblichen Kalkmengen, die gelöst im Körper kreisen, nicht viel anders als etwa Kochsalz wirken werden. Es ist überdies nach E. v. Wolffs Zahlen nicht unwahrscheinlich, daß z. B. Rotkleeheu gegenüber Wiesenheu gesteigerte Kaligehalte aufweist. Nach dieser Richtung hin liegt vielleicht die nicht ganz klare Beobachtung E. v. Wolffs, daß die Wasserverdunstung bei den mit Rotkleeheu gefütterten Versuchspferden nur etwa ein Drittel der Wasserverdunstung der mit Wiesenheu versorgten betrug. Doch sind die Werte vielleicht auch anders zu erklären.

Wir erwägen weiter, daß in der Luzerne, je jünger sie ist, um so mehr Amidstoffe vorhanden sein müssen. Dieselben sind wasserlöslich und dürften, selbst wenn sie vielleicht später im Darm zum Teil zur Bildung von Bakterienmasse verwendet werden, doch das Wasserbedürfnis erhöhen, dazu später zum andern Teil als Harnstoff den Körper verlassen.

Derart würde durch die Luzernefütterung, und zwar je jünger die Pflanzenmasse ist, um so stärker, Wasserbedarf und Harnabscheidung des Pferdes erhöht werden, und derart vermutlich ein in gewissem Umfange steigernder Einfluß auf den Stoffwechsel zustande kommen. Indes genügt mir auch diese Erklärung noch

[13]) Landw. Versuchs-Stat., Berlin, **119**, 1934, 12 u. 68.
[14]) Aschenanalysen, 1880, T. II, 122.

nicht, um die so starken Unterschiede in der Ausnutzung und Verwertung des jungen und des etwas älteren Luzernegrünfutters zu erklären.

Die hohen Eiweißmengen dürften hierzu vor allem ins Auge zu fassen sein. Wir stellten fest, daß gegenüber der zur Zeit wohl besonders unseren Verhältnissen als angepaßt zu betrachtenden Futtergabe nach P. Ehrenberg die S-Pferde bei mir etwa die dreifache Menge an verdaulichem Eiweiß mit ihrer Futtermenge an junger Luzerne erhalten haben, die H-Pferde mit der in voller Blüte befindlichen Luzerne fast die zweieinhalbfache. Nun ist es bekannt, daß bei jungem Weidevieh, das nicht im Frühling vor dem Austrieb durch starke Verringerung der Eiweißfütterung vorbereitet worden ist, häufig die Überschwemmung mit verdaulichem Eiweiß, die dann eintritt, eine Gewichtszunahme trotz der reichlichen Fütterung verhindert und sogar Abnahmen herbeiführt. Ähnlich sind die Erscheinungen ja bei der vor langer Zeit einmal berühmten Banting-Kur beim Menschen, wo auch durch überreiche Eiweißernährung Körpergewichtsabnahme herbeigeführt wurde. Ob und wieweit ein sehr eiweißreiches Futter für ausgewachsene Pferde geradezu nachteilig ist, kann wohl noch nicht endgültig beantwortet werden*). Für wachsende Pferde hält man es zwar wohl ziemlich allgemein hinsichtlich mancher Richtung für bedenklich, doch ist das hier für uns ohne Bedeutung. Daß es aber für die Nährstoffausnutzung bei ausgewachsenen Tieren erhebliche Bedeutung besitzen kann, zeigten Untersuchungen von Lusk, Teroine[15]), H.P.Armsby[16]) und M. Rubners Annahme über die „spezifisch dynamische Wirkung" des Eiweißes. Schon Bidder und Schmidt hatten 1852 darauf hingewiesen, daß entsprechend der Menge des zugeführten Eiweißes erhöhter Stoffumsatz und damit auch erhöhte Wärmebildung auftreten[17]). Sie glaubten auch bereits, daß es sich dabei darum handle, den Stickstoffrest der verdauten Eiweißstoffe so weit umzuwandeln, daß er ohne Nachteil für den Körper nach außen abgegeben werden könne. Zu dieser einen Begründung einer Sonderwirkung reichlicher Eiweißernährung, welche die Nährstoffausnutzung beeinträchtigt, fügten N. Zuntz und J. v. Mering[18]) die Ansicht, daß vermehrte Eiweißaufnahme die Darm- und Nierentätigkeit wesentlich steigere und entsprechend zu einer Erhöhung des Stoffwechsels führe. Die ersten legten somit wohl das Schwergewicht auf die Umwandlung, die letzten auf die Ausscheidung der Abbaustoffe des reichlich genossenen Eiweißes. M. Rubner endlich, der diese Fragen eingehend behandelte, und sie durch die besondere Bezeichnung „spezifisch dynamische Wirkung" scharf zu kennzeichnen suchte, nahm als dritte Erklärung eine allgemeine Reizung des Zelleiweißes durch die Zerfallsstoffe der verdauten Eiweißstoffe an[19]). Hierbei sollen Aminosäuren und andere Abbaustoffe des Eiweißes, auch Milchsäure, nach

*) Auch für den Menschen dürfte man recht verschiedener Ansicht nach dieser Richtung sein, obwohl derselbe natürlich ja wenig mit dem Pferd zu vergleichen ist. Vgl. K. Felix, Die Ernährung, I, 34 (1936), wo auch weiteres Schrifttum.

[15]) H. Mølgaard: Grundzüge der Ernährungsphysiologie der Haustiere, 1931, 208.

[16]) Proceed. nat. Acad. Science U.S.A. **6**, 1920, 263.

[17]) Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel, Leipzig.

[18]) Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie **15**, 1877, 634; **32**, 1883, 173.

[19]) M. Rubner: Die Gesetze des Energieverbrauchs bei der Ernährung, 1902.

E. Grafe und seinen Mitarbeitern Bedeutung besitzen[20]). E. Abderhalden umfaßte in seiner Erklärung vielleicht alle drei Ansichten wenigstens in gewissem Umfange[21]), gab aber insofern deutlichere Umschreibung der Erscheinungen, als er einmal Umwandlungen unter Energieverbrauch bei Zurechtbau der verschiedenen, entstehenden Verbindungen annahm, dann aber auch wieder aktives Eingreifen in den Zellstoffwechsel, also kurz gesagt Reizwirkungen. Viel über diese Ansicht hinaus ist man bisher wohl nicht gelangt, aber über Tatsache und Bedeutung der den Ernährungserfolg herabdrückenden Wirkungen des Eiweißes besteht kein Zweifel mehr[22]). Dabei wird aber hervorgehoben, daß neben der Stoffwechselsteigerung durch Eiweiß auch eine solche durch Aminosäuren besteht, was ja, seit man das Eiweiß in der Tierernährung mehr oder weniger als ein vollkommenes Aminosäuregemisch betrachtet, nicht wundernehmen kann. Berücksichtigt man nun noch, daß es jedenfalls nicht unwahrscheinlich ist, daß wesentliche Vermehrung der Stickstoffausscheidung beim arbeitenden Tier durch beträchtliche Ausdehnung der Ernährung mit Eiweiß und Amiden ebenso wie erhöhte Zufuhr von Kalk- und anderen Salzen im Futter den Durst und damit den Wasserumsatz steigern[23]), wodurch dann wieder der Stoffwechsel belastet wird. Beachtet man weiter, daß das Pferd nach J. Pächtner[24]), C. Dahm[25]) und W. Klein[26]) fast die doppelte Menge von Energie für das Kauen gleicher Nahrung aufwendet wie das Rind, so kann man beim Pferd vermutlich mit sehr erheblichem Kauenergieverbrauch rechnen, wenn dasselbe beliebig große Mengen Grünfutter aufnimmt. Schließlich kommt dabei die Tatsache in Betracht, daß schon O. Kellner[27]) darauf hinwies, daß Aufnahme sehr großer Futtermengen dazu führt, daß deren Ausnutzung herabgesetzt wird. F. Taubert, dessen Feststellungen von mir zumeist bestätigt werden konnten, stellte bereits ähnliches fest, wie auch S. Grandjean entsprechende Beobachtungen bei weidenden Kühen machte[28]). Berücksichtigen wir diese Umstände alle, so ist zunächst mit verringerter Nährstoffverwertung durch unser Arbeitspferd bei beliebiger und womöglich durch junges, zartes Futter besonders schmackhafter und dadurch erhöhter Grünfutterernährung zu rechnen, wobei noch die Belastung des arbeitenden Tieres mit den erheblichen Futtergewichten mit in Betracht kommt.

---

[20]) Diesbezügliche Literatur bei W. Völtz und W. Kirsch, E. Mangolds Handbuch der der Ernährung der Nutztiere, **3**, 1931, 71.

[21]) Lehrbuch d. physiologischen Chemie, 5. Aufl., II, 1923 456.

[22]) A. Bornstein und K. Holm: Handbuch d. normalen u. pathologischen Physiologie, **5**, 1928, 63.

[23]) H. Nitsche fand, daß beim ruhenden Pferd die täglichen Stickstoffausscheidungen nach Gleichgewichtseinstellung fast immer gleich blieben und weder durch vermehrte Wasseraufnahme noch durch große Harnausscheidung wesentlich beeinflußt wurden. Tierernährung, Leipzig, **8**, 1936, 243.

[24]) Respiratorische Stoffwechselforschung und ihre Bedeutung für Nutztierhaltung und Tierheilkunde, Berlin 1909.

[25]) Biochem. Z. 1915, **28**.

[26]) W. Klein: Zur Ernährungsphysiologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Biochem. Z., **72**, (1915.)

[27]) Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 8. Aufl., 1919, 466.

[28]) Mitt. f. Lebensmitteluntersuch. u. Hygien., **24**. 1933, 1.

Dann aber werden die Mineralsalze des Leguminosengrünfutters um so stärker stoffwechselerhöhenden und die Nährstoffwirkung vermindernden Einfluß ausüben, je jünger das Futter ist. Ferner mag im sehr jungen Futter ein gewisser Minderbetrag an Kohlenhydraten weniger günstige Krafterzeugungsmöglichkeiten für das Arbeitspferd ergeben, und schließlich eine den Stoffwechsel steigernde Sonderwirkung sowohl der großen Mengen an verdaulichem Eiweiß wie von Amiden in dem jungen Futter dessen Nährstoffwirkung herabdrücken. Ganz zuletzt könnte man annehmen, daß, wie dies ja bekannt ist[29]), die Lebens- und Enzymtätigkeit des jungen Futters an sich eine stärkere ist als bei älterem. Gelangt Grünfutter nun mit doch zunächst im wesentlichen lebenden Zellen in die erhöhte Körpertemperatur im Magen des Pferdes, so dürfte bei jungem Grünfutter eine stärkere, zu Verlust gehende Umsetzung desselben auftreten als bei älterem Futter, und so einen Mindererfolg der Ernährung mit verursachen. Natürlich soll hierin nicht etwa ein Rat gegen die Verwendung möglichst jungen Grünfutters erblickt werden.

Aus diesen Gründen können wir uns nun zunächst einmal einen verhältnismäßig geringen Erfolg sehr reichlicher, eiweißreicher Grünfuttermengen bei der Fütterung ausgewachsener, nicht säugender Arbeitspferde erklären, der bei beiden von uns mit Grünfutter ernährten Gruppen vorhanden gewesen sein dürfte. Ganz besonders aber hat dann das verstärkte Eiweißübermaß der mit jungem Luzerne-Grünfutter versorgten Arbeitstiere eine sehr beachtliche Minderleistung des jungen Grünfutters gegenüber dem älteren herbeigeführt, ohne den Tieren irgendwelchen Nutzen zu bringen, vermutlich aber deren Stoffwechsel unnötig belastend und dabei wohl nicht nur den Eiweißstoffwechsel, sondern auch den Energiewechsel ungünstig beeinflussend*). Die Pferde befanden sich, wie man vielleicht mit der nötigen Zurückhaltung verständlich sagen möchte, in einer Art von physiologischem Fieber infolge weitaus zu starker Eiweiß- und Amidzufuhr.

Wenn also bei gleicher Leistung nach Arbeit und Gewichtsgestaltung die mit junger Luzerne ernährten Versuchspferde dabei mit 3,26 kg verdaulichem Eiweiß und etwa 1 kg Amiden gegenüber den mit älterer, blühender Luzerne ernährten Pferden mit immer noch 2,87 kg verdaulichem Eiweiß und wesentlich weniger Amiden je 1000 kg Lebendgewicht ganz wesentlich größere Stärkewertmengen verbrauchten, so spricht dies, ohne daß man meinen in der landwirtschaftlichen Praxis durchgeführten Versuch hinsichtlich seiner Genauigkeit bis ins einzelne zu überschätzen braucht**), deutlich gegen eine Überlastung der Fütterung, zumal aber der Grünfütterung bei unseren ausgewachsenen, nicht säugenden Pferden mit Eiweiß, Amiden und leicht löslichen Mineralstoffen. Das bedeutet mit anderen Worten, daß unsere Pferdefütterung alle Ursache hat, zwar das Grünfutter für die Arbeitspferde in der guten Jahreszeit als billiges und gesundheitsdienliches Futter zu schätzen und gern zu nutzen. Es ist aber durchaus eine reichliche Zuteilung oder

[29]) de Saussure, Recherches sur la végétation, 1804, 101.

*) Ähnlich bei F. Taubert: Tierernährung, Leipzig, 1934, **6**, 183.

**) Es muß z. B. dahingestellt bleiben, ob der Umstand, daß in meinem Versuch das junge Luzernegrünfutter 67,06% Luzerne und 32,94% Knaulgras und Unkraut, das ältere Luzernegrünfutter 52,67% Luzerne und 47,33% Knaulgras und Unkraut enthielt, nach der hier dargelegten Richtung hin Bedeutung besaß.

gar eine Verabfolgung nach Belieben zu unterlassen, vielmehr durch Beigabe von gut verdaulichen Kohlenhydraten in Gestalt von haltbar gemachten Wurzelfrüchten, Abfällen der Zuckerindustrie, genügend hochwertigen Spreu-, Strohmengen, wie anderweitigen, nicht aus der Gruppe der Leguminosen stammenden Grünfuttermengen dafür zu sorgen, daß keine Eiweiß- oder Amidüberhäufung des Körpers eintritt. Gegenüber der bisherigen Ansicht, daß bei reichlichem Grünfutter an Pferde nur eine Eiweißvergeudung in Betracht komme, weil die Tiere so viel Eiweiß nicht nötig hätten, ist darauf hinzuweisen, daß wahrscheinlich darüber hinaus physiologische Verminderung der Nährwertausnutzung in Frage kommt und dazu erhöhte Belastung der Ausscheidungsorgane. Daher ist zwar eine ausreichend knapp bemessene Leguminosen-Grünfuttergabe jungen Wachstums an Pferde durchaus zu befürworten, aber ebenso eine dem Belieben der Tiere überlassene Leguminosen-Grünfütterung durchaus zu vermeiden, soweit es sich um nicht mehr wachsende und auch nicht säugende Arbeitstiere handelt. Auch tragenden Arbeitspferden sollte man nicht zu hohe Gaben eiweißreichen Grünfutters bieten, wenn auch zumal in der zweiten Hälfte und besonders im letzten Drittel der Tragezeit eine vermehrte Eiweißgabe und ebenso eine gewisse Erhöhung des Stärkewerts erforderlich sein wird, um eine gute Entwicklung des Fohlens im Mutterleibe zu sichern. Aber die hier nachgewiesenen Verhältnisse lassen die Wahrscheinlichkeit ziemlich beachtlich erscheinen, daß die besonderen und gesundheitlich kaum als ordnungsgemäß zu bezeichnenden Verhältnisse, welche mit einer nach Freßlust und Belieben der Pferde erfolgenden Aufnahme jungen Grünfutters zusammengehen, gerade trächtigen Stuten und ihrer Leibesfrucht recht nachteilig sein könnten.

Es blieb bei den besonderen Umständen, welche sich bei meinem Versuch als Folge einer überreichen Eiweißernährung zeigten, noch erforderlich, durch eine Eiweißbilanz zu prüfen, ob etwa eine Abnahme von Körpereiweiß stattgefunden habe. Da die Körpergewichte im Versuch keine stärkeren Zunahmen aufwiesen, so wäre das immerhin vielleicht möglich, wenn auch nicht gerade wahrscheinlich gewesen, indem vermehrte Anlagerung von Fett, Wasser oder auch wechselnde Darmfüllungsverhältnisse die tatsächliche Lage der Dinge hätten verdunkeln helfen. Deshalb wurden Stickstoffbilanzen für je zwei S- und je zwei H-Pferde in allen Fällen durchgeführt.

Wie wir sehen, sind die Bilanzen im Durchschnitt sämtlich positiv. Im einzelnen zeigt sich nur bei S_2 und H_2 je die dritte Bilanz negativ. Das hat einen deutlichen Grund. Die beiden bekanntlich in einem Gespann arbeitenden Tiere sind damals sehr stark zur Arbeit herangezogen worden. Dazu kam, daß der damals erhebliche Gehalt an Knaulgras im Futter gerade diesen Tieren offenbar nicht behagte und so geringere Freßlust bedingte. Im übrigen entsprechen die stärkeren Stickstoffzurückhaltungen bei den beiden S-Pferden auch deren erhöhter Eiweißzufuhr im Futter, von den gleichfalls vermehrt vorhandenen Amiden ganz abgesehen.

Im übrigen sollen die nur behelfsmäßig, wenn auch mit aller möglichen Sorgfalt durchgeführten Stickstoffbilanzen bei meinem Versuch nicht in ihrer Genauigkeit überschätzt werden. Bereits M. Teschner sah in einer Stickstoffbilanz mit plus oder minus 34 g Stickstoff noch die Möglichkeit, daß Stickstoffgleichgewicht

Übersicht 15. **Stickstoffbilanzen**

Angaben in Gramm Stickstoff Ansatz (+) oder Verlust (—)

Pferd S_1 (junges Grünfutter):

Tag:	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	6./7.	
1. Bilanz:	—17	+162	+61	+252	+198	+322	+92	+99	Mittel: +146 g je Tag
Tag:	29./30.	30./31.	31./1.	1./2.	2./3.	3./4.	4./5.	5./6.	
2. Bilanz:	+87	+209	+71	—9	+144	+144	+63	+161	Mittel: +109 g je Tag
Tag:	16./17.	17./18.	18./19.	19./20.	20./21.	21./2.	22./3.	23./4.	
3. Bilanz:	+257	+146	+59	+72	+168	+173	+170	+ 87	Mittel: +141,5 g je Tag
									Gesamtmittel: +132 g je Tag

und entsprechend:

Pferd S_2 (junges Grünfutter):

1. Bilanz:	+63	+144	+208	—26	+187	+191	+133	+142	Mittel: +130 g je Tag
2. Bilanz:	+55	+117	+ 52	+17	+198	+ 57	— 29	+ 33	Mittel: +62,5 g je Tag
3. Bilanz:	—19	— 99	+ 12	—44	—	— 4	— 10	+ 28	Mittel: —17 g je Tag
									Gesamtmittel: +58,5 g je Tag

Pferd H_1 (älteres Grünfutter):

1. Bilanz:	+121	+23	+75	+140	—113	+77	+ 2	+ 91	Mittel: +52 g je Tag
2. Bilanz:	+ 23	+72	+10	+ 26	+ 51	—	+90	—166	Mittel: + 13 g je Tag
3. Bilanz:	+164	+77	+89	— 11	+133	—49	+45	+ 44	Mittel: +61,5 g je Tag
									Gesamtmittel: +42 g je Tag

Pferd H_2 (älteres Grünfutter):

1. Bilanz:	+195	+ 90	+98	+275	—136	+138	—28	+ 95	Mittel: +91 g je Tag
2. Bilanz:	+ 33	+186	—26	+ 41	+113	+ 18	+57	+173	Mittel: +74 g je Tag
3. Bilanz:	+ 21	+ 2	+ 8	—169	—198	—131	—64	— 34	Mittel: —71 g je Tag
									Gesamtmittel: +33 g je Tag

vorliege[30]), wenn es sich um in der landwirtschaftlichen Praxis durchgeführte Stickstoffbilanzen an Pferden handelte. Dazu kommt noch, daß nach H. Nitsche für die Stickstoffestlegung in Huf und Haar u. dgl. je Pferd und Tag 1,58 g Stickstoff gerechnet werden müssen[31]).

[30]) Teschner, H.: Landw. Jb., Berlin, **66**, 1927, 361.
[31]) Nitsche, H.: Biochem. Z., **294**, 1937, 177.

Somit mögen diese Bilanzen nur als Belege dafür dienen, daß eine Abnahme von Körpereiweiß bei den überreich mit Grünfuttereiweiß vorsorgten Arbeitspferden ziemlich sicher nicht in Betracht gekommen war, außer bei besonders starker Arbeit und gleichzeitig infolge unangenehmerer Futterbeschaffenheit verminderter Freßlust. Eine angemessene Stärkewertszulage hätte dies sicher leicht ins Gegenteil umwandeln können. Daher sei noch einmal und mit besonderem Nachdruck darauf hingewiesen, daß die sonst sicherlich auch aus Gründen der Vitaminversorgung für die Arbeitspferde sehr wertvolle Verabfolgung von Grünfutter an dieselben, die ja auch zumeist durchaus wohlfeil sein wird, möglichst weitgehend unter strenger Berücksichtigung angemessenen Nährstoffverhältnisses und Verabfolgung entsprechender Ergänzung durch Stärkewerte durchgeführt werden sollte, unter etwa allwöchentlich erfolgender Anpassung auch an die geforderte Arbeitsleistung.

Ergänzend wurde auch der Fütterungserfolg bei jungem Grünfutter derselben Art gegenüber abgeblühter, stärker mit Unkraut durchsetzter und verholzter Luzerne bzw. Knaulgras beobachtet.

Vergleich des Fütterungserfolges bei jungem Luzerne-Knaulgrasgemenge-Grünfutter gegen abgeblühtes, verholztes und stärker mit Unkraut durchsetztes Luzerne-Grünfutter

Die Prüfung wurde in der vierten und fünften Versuchswoche durchgeführt. In dieser Zeit war die alte Luzerne schon lange abgeblüht, drahtig und stark mit Unkraut durchsetzt. Dieses Futter wurde von den Pferden nur zögernd aufgenommen, und man konnte kaum daran zweifeln, daß es schlechter verwertet werden würde als die eben in die Blüte gekommene junge Luzerne, welche die Wachstumsstufe darstellte, die in meinem Versuch gerade noch als „jung" angesprochen wurde. —

Die Gewichtsergebnisse stellten sich in Kilogramm im Wochenmittel auf:

	S_1	S_2	S_3	H_1	H_2	H_3
3. Woche	569	546	560	611	582	620
4. Woche	560	544	557	597	572	617
Abnahme in der 4. Woche	9	2	3	14	10	3
4. Woche	560	544	557	597	572	617
5. Woche	572	554	569	590	565	611
Abnahme in der 5. Woche				7	7	6
Zunahme in der 5. Woche	12	10	12			
In 4. und 5. Woche zu	3	8	9			
ab				21	17	9

Bei den Versuchen konnten naturgemäß, da sie nur kurze Zeit, zwei Wochen lang, zur Durchführung gelangten, ein durchaus maßgebliches Ergebnis nicht erzielt werden. Dafür wäre längere Versuchszeit unter möglichst völlig entsprechenden Arbeits- und Witterungsbedingungen erforderlich gewesen. Immerhin indes dürften auch unter den nicht ganz vollkommenen Grundlagen meines Ver-

suches die gleichsinnigen Gewichtsänderungen der mit der alten Grünluzerne gefütterten H-Pferde gegenüber den geringen Abnahmen und stärkeren Zunahmen der S-Pferde recht deutlich für sich sprechen. Ich verzichte darauf, die vielfachen Zahlenreihen aufzuführen, welche zu dieser Untersuchung gehören, einmal um Raum zu sparen, dann aber auch, weil sie bei einem nur kurzen Versuch doch nicht als volles Beweismittel würden betrachtet werden können. Es genüge, daß 54 kg Luzerne-Grünfutter zu Beginn der Blüte bei einem Gehalt von 5,12 kg Stärkewert den gleichen Erzeugungswert für das Arbeitspferd zeigten wie 108 kg vollkommen abgeblühte grüne Luzerne mit einem Stärkewert von 9,78 kg, von dem noch kein Wertigkeitsabzug ausgeführt worden war, also doppelt soviel.

Wenn somit nach den vorher ausführlich besprochenen Versuchen eine Pferdefütterung mit grüner Luzerne in jüngerem Zustand bei unzureichender Beifütterung von Stärkewerten und unbeschränkter Aufnahme des jungen Grünfutters durch die Pferde nach ihrem Belieben zu Nachteilen, jedenfalls aber zu einer Wirkungsminderung beachtlicher Art führte, so finden wir hier das Gegenstück. Abgeblühte Grünluzerne wirkt nicht annähernd so gut wie junge Grünluzerne. Es gilt nur, durch richtiges Maßhalten in der Verfütterung des jungen Grünfutters und angemessene ergänzende Beigaben von Stärkewerten die gereichten Nährstoffe in das richtige Verhältnis zueinander zu bringen. Dabei wird dies für die praktische Pferdefütterung zwar nicht ganz neue, aber leider bislang zumeist kaum beachtete Ergebnis durch seine erneute Hervorhebung und seinen wohl zum erstenmal einigermaßen eingehend durchgeführten Beweis hoffentlich ein wenig mehr Beachtung in der landwirtschaftlichen Praxis finden.

Es möge zum Schluß eine kurze Zusammenstellung der hauptsächlichsten Ergebnisse dieser Untersuchungen folgen:

Bei Verfütterung von junger Grünluzerne, die vor Beginn der Blüte stand, gegenüber älterer Luzerne von voller Blüte an ergab sich bei der Verabfolgung nach Freßlust der Tiere in jedem Fall überreiche Zufuhr von verdaulichem Eiweiß an die Arbeitspferde. Die jüngere Luzerne brachte indes hierbei offenbar nicht nur wesentlich stärkere Eiweißgaben, die weit über das für die Tiere erforderliche Maß hinausgingen, sondern auch dazu noch große Mengen von Amiden, Kalksalzen und anderen Mineralien im Futter. Dadurch kam nicht nur in beiden Fällen eine zu weitgehende Überschwemmung mit Eiweiß zustande, welche in diesem Fall sonst weiter keine nachteiligen Einflüsse auf die Gesundheit der Pferde zu zeigen schien, sondern die Verwertung des jungen Grünfutters erwies sich als beträchtlich schlechter als die des älteren, aber immer noch in voller Blüte stehenden Luzernegrünfutters, wenn man die Lebendgewichte berücksichtigt. — Andererseits konnte gleichfalls festgestellt werden, daß bei Verfütterung von soeben in die Blüte eingetretener grüner Luzerne gegenüber solcher, die lange abgeblüht, infolgedessen drahtig und mit Unkraut durchsetzt war, die letzte fast nur die halbe Verwertung des jüngeren Grünfutters bei Verfütterung an Arbeitspferde aufzuweisen vermochte. — Man wird sich somit in der landwirtschaftlichen Praxis gleichmäßig vor Verfütterung von überständigem

Grünfutter an Arbeitspferde zu hüten haben, wie man nicht junges Luzernegrünfutter ohne sorgfältige Einteilung und Ergänzung durch angemessene stärkewerthaltige Beifütterung bieten sollte. Es erscheint unerläßlich, wenigstens alle Woche die jeweils den Pferden zugeteilte, nicht etwa nach Belieben vorgelegte Menge von jungem, möglichst vor Beginn der Blüte stehenden Luzernegrünfutter erneut je nach dem Wachstumsstande der Pflanzen zu bemessen und entsprechend der geforderten Arbeitsleistung mit einer angemessenen Stärkewertsmenge in Form von eingequollenen Trockenschnitzeln, Sauerkartoffeln, Spreu, Futterstroh oder ähnlichen Stärkewertträgern zu ergänzen.

Auf eine größere Anzahl von Zugkraftmessungen, Ermittelungen von bei der Ackerarbeit durch die Pferde zurückgelegten Wegstrecken sowie Kraftaufwendungen für die Eigenbewegung der Tiere sei hier nur hingewiesen.

Zum Schluß möchte ich Professor Dr. P. Ehrenberg für seine jederzeit gewährte freundliche Unterstützung bei meiner Arbeit meinen ergebenen Dank aussprechen. Für die mannigfache und stets bereitwillig gewährte Hilfe habe ich auch Charlotte Pfotenhauer, Inspektor Hellmeck, Dr. H. Nitsche und W. Berner aufrichtig zu danken.

Lebenslauf.

Am 6. Juli 1912 wurde ich, Hans Wittig, als Sohn des Kaufmanns Joseph Wittig und seiner Ehefrau Emma, geb. Weidlich zu Breslau geboren. Ich besuchte die Volksschule, die kath. Realschule in Breslau und bestand auf der zur Eichendorff-Oberrealschule aufgebauten Anstalt am 3. März 1932 die Reifeprüfung. Vom 1. April 1932 bis zum 31. März 1934 erlernte ich auf dem Rittergut Weißenhof die Landwirtschaft und bestand im Anschluß daran die Kammerprüfung. Anschließend begann ich das Studium der Landwirtschaft an der Friedrich-Wilhelm-Universität zu Breslau. Hier bestand ich am 24. Februar 1937 die Diplomprüfung. In der darauffolgenden Zeit arbeitete ich an meiner Doktordissertation, wozu Herr Professor Dr. Ehrenberg mir die Anleitung gab. Die mündliche Doktorprüfung bestand ich am 15. Dezember 1937. Nach einer Übergangsstellung übernahm ich am 1. Februar 1938 das Aufgabengebiet des planmäßigen Assistenten in dem Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung an der Universität Breslau. Am 1. Juli 1939 trat ich eine Stellung in der Düngermittelindustrie an.

Während meines Studiums habe ich bei folgenden Lehrern gehört: Rehorst, Buder, Goetsch, Casper, Schaefer, Spangenberg, Bederke, Berkner, Doenecke, Zorn, Ehrenberg, Erhardt, Hesse, Haase, Schmidt und Rimpler.

Ich danke den Herren Professoren und Dozenten aufrichtig.

Hans Wittig.